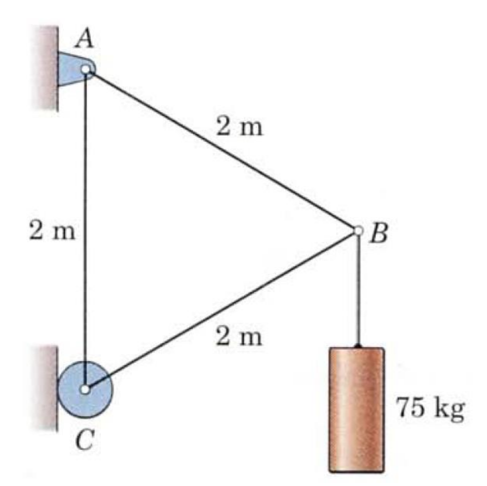
مسائل محلولة في الأستاتيكا من كتاب مريام الجزء 2

تأليف
د.عبداللطيف رشاد السامرائي
latifrashad@yahoo.com
و
المهندس ناظم حمود

حلول مسائل الفصل الرابع

<u>1−4</u> أوجد القوة في كل جزء في الجملون البسيط المتساوي الأضلاع.



الحل:

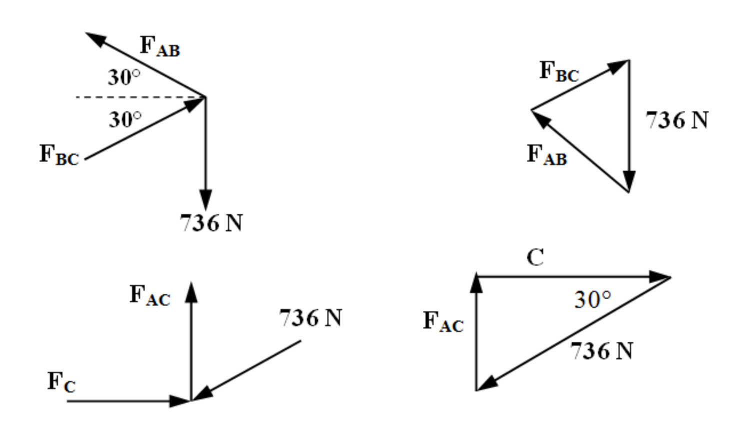
$$\text{الحمل} = 75(9.81) = 736\ N$$

<u>الوصلة B:</u>



$F_{AB} = 736\ N$ شد (T)

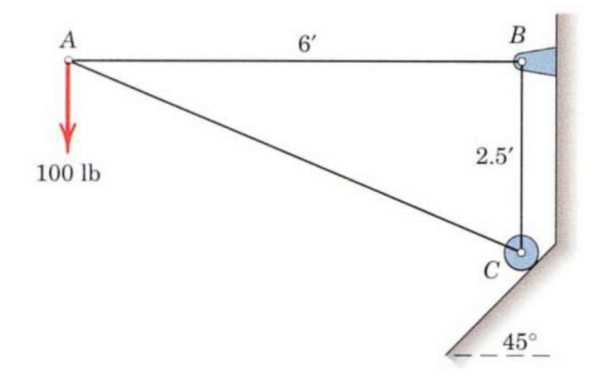
$F_{BC} = 736\ N$ انضغاط (C)



<u>الوصلة C:</u>

$$F_{AC} = 736\left(\frac{1}{2}\right) = 368\ N \text{ شد } (T)$$

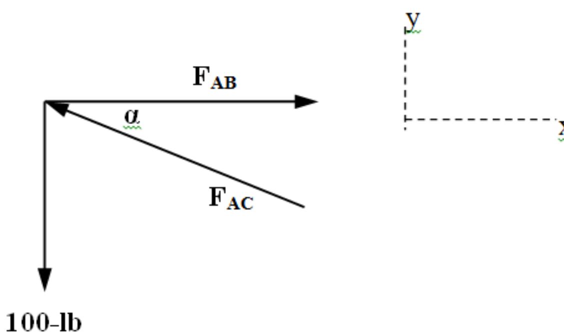
2-4 أوجد مقدار القوة في كل جزء من الجملون المحمل بالقوى المبينة في الشكل. ناقش تأثير تغيير الزاوية الى 45° للمسند C .



الحل:

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{2.5}{6}\right) = 22.6°$$

$$\cos\alpha = \left(\frac{12}{13}\right) \quad ; \sin\alpha = \frac{5}{13}$$



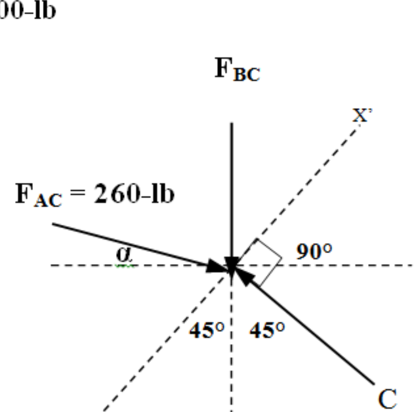
الوصلة A:

$$\sum F_y = 0: \quad F_{AC}\sin\alpha - 100 = 0$$

$$F_{AC} = 260\ lb\ (\text{انضغاط})$$

$$\sum F_x = 0: \quad F_{AB} - 260\cos\alpha = 0$$

$$F_{AB} = 240\ lb\ (\text{شد})$$



الوصلة C:

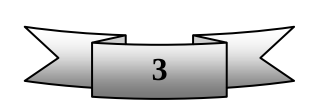
$$\sum F_x = 0: \quad 260\left(\frac{12}{13}\right) - C\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = 0$$

C = <u>339 lb</u>

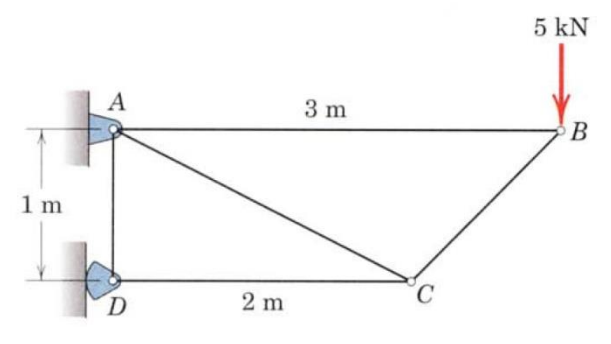
$$\sum F_y = 0: \ -260\left(\frac{5}{13}\right) - F_{BC} + 339\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = 0$$

F_{BC} = <u>140 lb</u> (C)

نستطيع استخدام معادلة $\sum F'_x$ لإيجاد BC بدون شمل الحسابات لـ(C). نلاحظ ان تغيير زاوية الإسناد 45° إلى زاوية أخرى سوف لن يغير قيمتي F_{AB} أو F_{AC} ولكنه سيؤثر على قيمة F_{BC}.

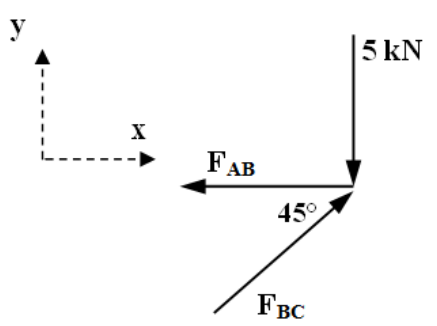


3-4 أوجد القوة في كل جزء من الجملون. لاحظ وجود أي جزء لا يتعرض الى قوى (F = 0).



الحل:

الوصلة B :



$$\sum F_y = 0 \quad : \quad F_{BC} \sin 45 - 5 = 0$$

$$F_{BC} = 7.07 \ kN \ (C)$$

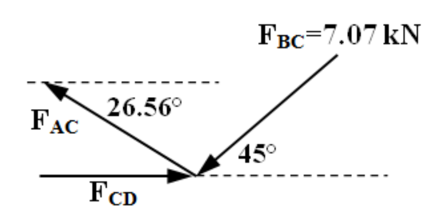
$$\sum F_x = 0 \quad : -F_{AB} + 7.07 \ \cos 45 = 0$$

$$F_{AB} = 5 \ kN \ (T)$$

الوصلة C:

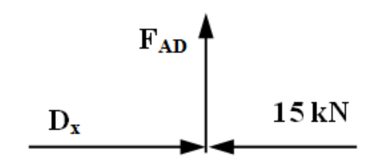
$$\sum F_y = 0 \quad : \ -5\sqrt{2} \ \sin 45 + F_{AC} \sin 26.56° = 0$$

$F_{AC} = 11.18 \ kN$ (شد) T



$$\sum F_x = 0 \quad : \ F_{CD} - 11.18 \cos 26.56° + 7.07 \cos 45° = 0:$$

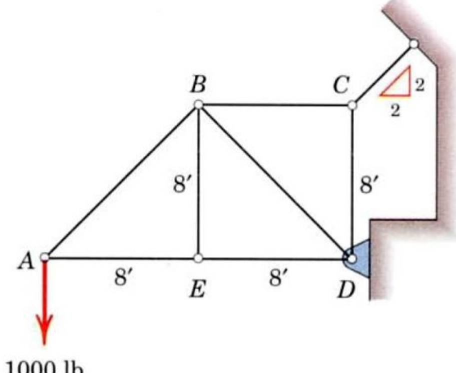
$F_{CD} = 15 \ kN$ (انضغاط)



الوصلة D:

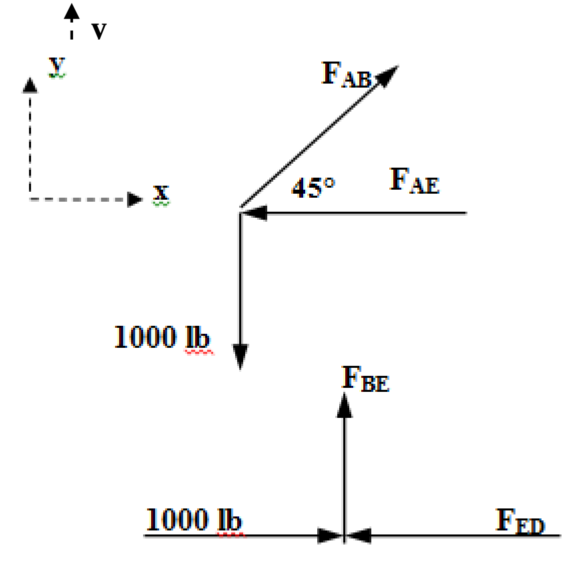
$$\sum F_x = 0 \ : \quad F_{AD} = 0$$

4–4 أحسب القوى على الجزئين BE و BD للجملون المعرض للأحمال المبينة في الشكل.



الحل:

الوصلة A:



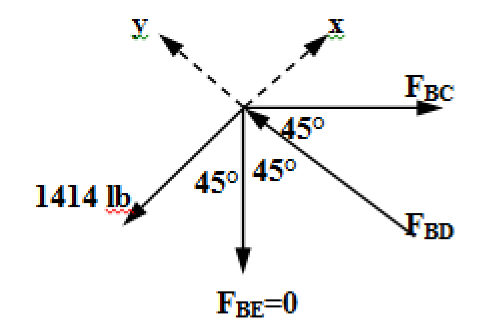
$$\sum F_y = 0 \ : F_{AB} \sin 45° - 1000 = 0$$

$$F_{AB} = 1414 \ lb \ (T)$$

$$\sum F_x = 0 \ : 1414 \cos 45° - F_{AE} = 0$$

$$F_{AE} = 1000 \ lb \ (C)$$

الوصلة E:



$$\sum F_y = 0 \quad : \ F_{BE} = 0$$

الوصلة B:

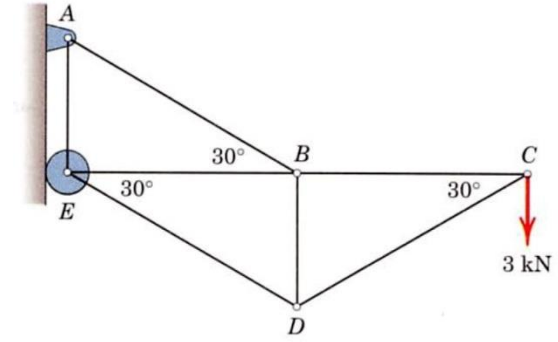
$$\sum F_x = 0 \ : F_{BC} \cos 45° - 1414 = 0$$

$$F_{BC} = 2000 \ lb \ (T)$$

$$\sum F_y = 0 \ : F_{BD} - 2000 \cos 45° = 0$$

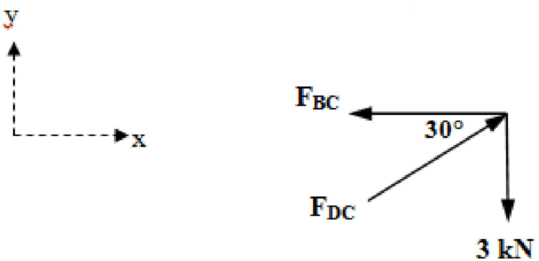
$$F_{BD} = 1000 \ lb \ (C)$$

5-4 أوجد القوى المؤثرة على كل جزء من الجملون المعرض للأحمال المبينة في الشكل.



الحل:

الوصلة C:



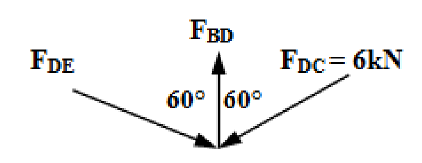
$$\sum F_y = 0 \ : \quad F_{CD}\left(\frac{1}{2}\right) - 3 = 0$$

$$\therefore F_{CD} = 6\ kN \ (\text{أنضغاط})$$

$$\sum F_x = 0 \ : \quad -F_{BC} + 6\cos 30 = 0$$

$$\therefore F_{BC} = 5.2\ kN \ (\text{شد})$$

الوصلة D:

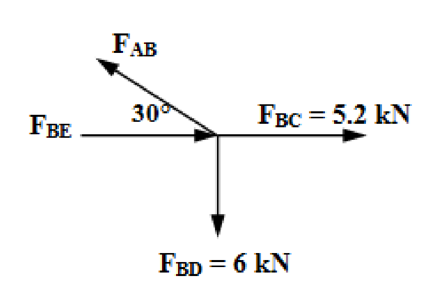


$$\sum F_x = 0 \ : \quad F_{DE} = 6\ \text{kN} \ (\text{انضغاط})$$

$$\sum F_y = 0 \ : \quad F_{BD} - 2 \times 6 \times \left(\frac{1}{2}\right) = 0$$

$$\therefore F_{BD} = 6\ kN \ (\text{شد})$$

الوصلة B:



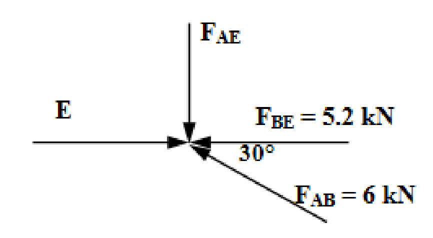
$$\sum F_y = 0 \ : \quad F_{AB}\left(\frac{1}{2}\right) - 6 = 0$$

$$\therefore F_{AB} = 12\ kN \ (\text{شد})$$

$$\sum F_x = 0 \ : \quad F_{BE} - 12\sin 30 + 5.2 = 0$$

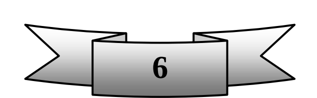
$$\therefore F_{BE} = 5.2\ kN \ (\text{انضغاط})$$

الوصلة E:

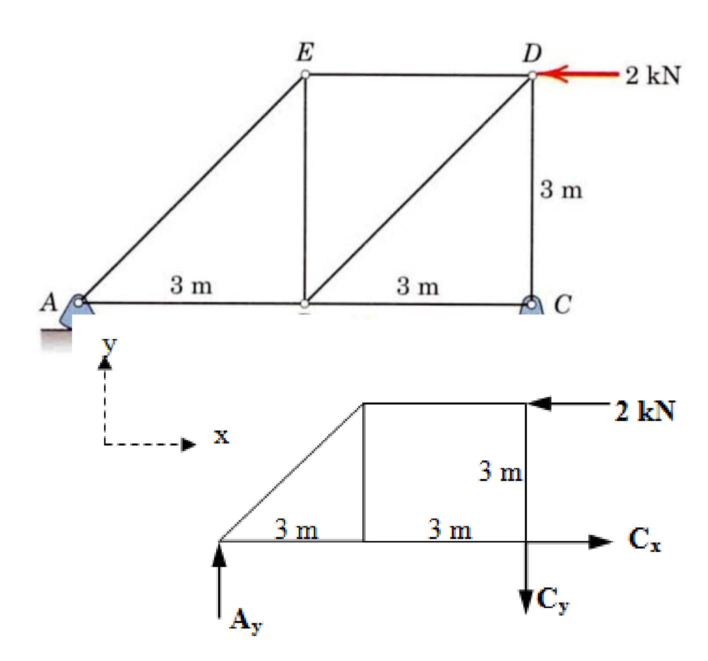


$$\sum F_y = 0 \ : \quad 6\left(\frac{1}{2}\right) - F_{AE} = 0$$

$$\therefore F_{AE} = 3\ kN \ (\text{أنضغاط})$$



6-4 أحسب القوى المؤثرة على كل جزء في الجملون المعرض للقوة المبينة في الشكل.



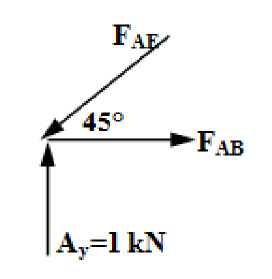
الحل:

$$\sum M_C = 0 \;\; ; \;\; 6A_y - 2(3) = 0$$

$$A_y = 1\ kN$$

$$C_x = 2\ kN \;,\; C_y = 1\ kN$$

الوصلة A:



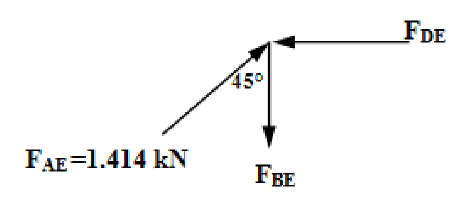
$$\sum F_y = 0 \;:\; 1 - F_{AE} \sin 45° = 0$$

$F_{AE} = 1.414\ kN$ (انضغاط)

$$\sum F_x = 0 \;:\; F_{AB} - 1.414 \cos 45° = 0$$

$F_{AB} = 1\ kN$ (شد)

الوصلة E:



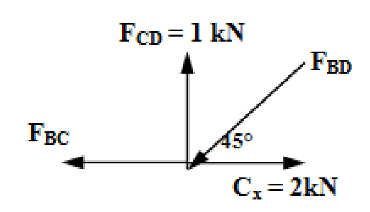
$$\sum F_x = 0 \;:\; 1.414 \sin 45° - F_{DE} = 0$$

$F_{DE} = 1\ kN$ (انضغاط)

$$\sum F_y = 0 \;:\; 1.414 \cos 45° - F_{BE} = 0$$

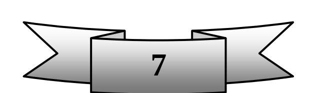
$F_BE = 1\ kN$ (شد)

الوصلة B:



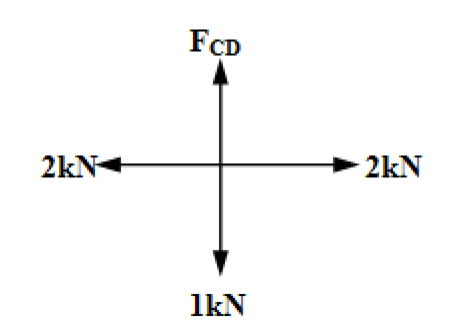
$$\sum F_y = 0 \;:\; 1 - F_{BD} \sin 45° = 0$$

$F_{BD} = 1.414\ kN$ (انضغاط)



$$\sum F_x = 0 \;:\; F_{BC} - 1.414\cos 45° - 1 = 0$$

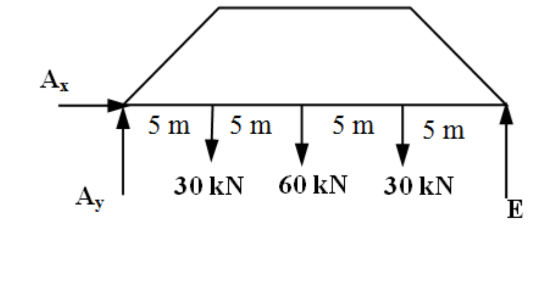
$F_{BC} = 2\ kN$ (شد)



الوصلة C:

$$\sum F_y = 0 \;:\; F_{CD} - 1 = 0$$ $F_{CD} = 1\ kN$ (شد)

7-4 أوجد مقدار القوة في كل جزء من الجملون المعرض للقوى. أستفد من التناظر في شكل الجملون وكذلك التحميل.



الحل:

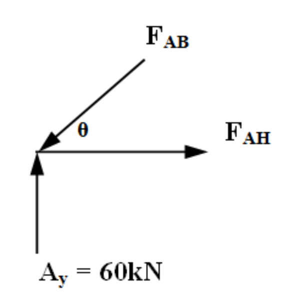
سنأخذ الجملون كله كجسم واحد ونجد بعض المجاهيل:

$$\sum F_x = 0 \;:\; A_x = 0$$

$$\sum F_y = 0 \;:\; A_y = E = 60\ kN$$

بالاستفادة من تناظر الشكل الهندسي للجملون.

الوصلة A:



$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{4}{5}\right) = 38.7°$$

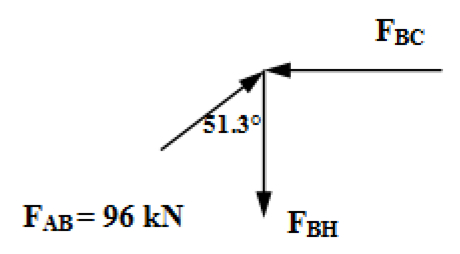
$$\sum F_Y = 0 \;:\; 60 - F_{AB}\sin\theta = 0$$

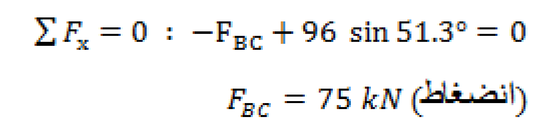
$F_{AB} = 96\ kN$ (انضغاط)

$$\sum F_x = 0 \;:\; F_{AH} - 96\cos\theta = 0$$

$F_{AH} = 75\ kN$ (شد)

الوصلة B:





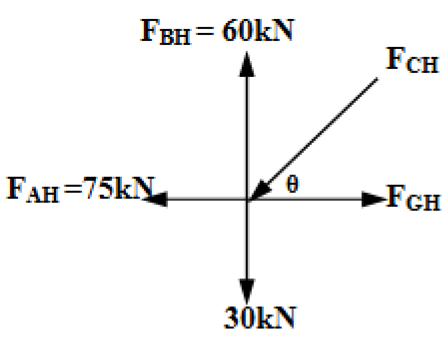
$\sum F_x = 0 \; : \; -F_{BC} + 96 \sin 51.3° = 0$

$F_{BC} = 75\ kN$ (انضغاط)

$\sum F_Y = 0 \; : \; -F_{BH} + 96 \cos 51.3 = 0$

$F_{BH} = 60\ kN$ (شد)

الوصلة H:



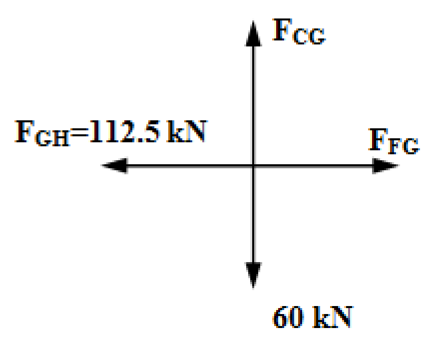
$\sum F_Y = 0 \; : \; -F_{CH} + 96 \sin\theta + 30 = 0$

$F_{CH} = 48\ kN$ (انضغاط)

$\sum F_x = 0 \; : \; -48 \cos\theta + F_{GH} - 75 = 0$

$F_{GH} = 112.5\ kN$ (شد)

الوصلة G:



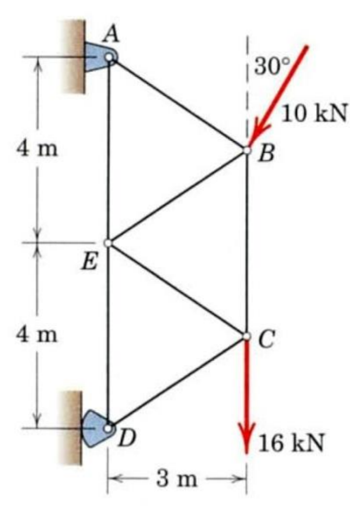
$\sum F_Y = 0 \; : \; F_{CG} = 60$ kN (شد)

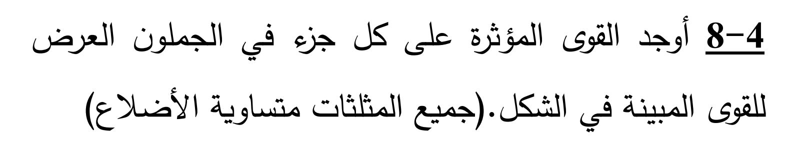
من التناظر

$F_{FG} = 112.5\ kN$ (شد); $F_{CF} = 48\ kN$ (انضغاط)

$F_{DF} = 60\ kN$ (شد); $F_{CD} = 75\ kN$ (انضغاط)

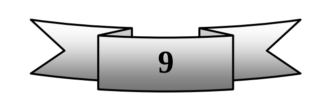
$F_{EF} = 75\ kN$ (شد); $F_{DE} = 96\ kN$ (انضغاط)





4–8 أوجد القوى المؤثرة على كل جزء في الجملون العرض للقوى المبينة في الشكل.(جميع المثلثات متساوية الأضلاع)

الحل:



$$\sum M_A = 0 : \ -10\cos 30°(3) - 10\sin 30°(2) - 16(3) + D(8) = 0$$

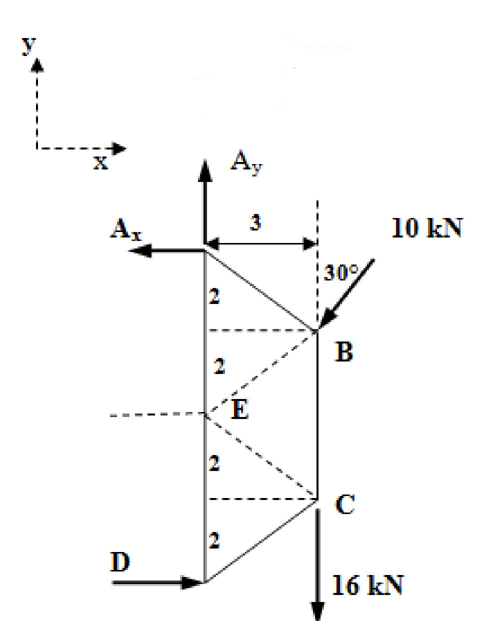
$$D = 10.5\ kN$$

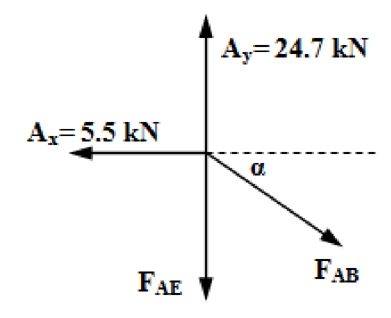
$$\sum F_x = 0 \ : \ -A_x + 10\sin 30° + 10.5 = 0$$

$$A_x = 5.5\ kN$$

$$\sum F_Y = 0 \ : \ -10\cos 30° - 16 + A_y = 0$$

$$A_y = 24.7\ kN$$





الوصلة A:

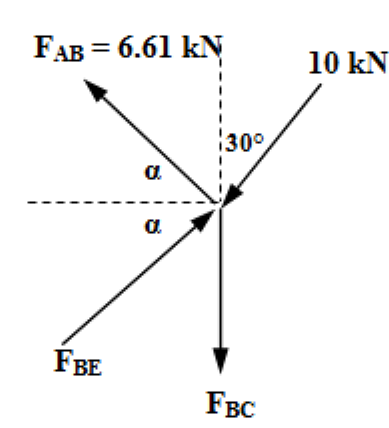
$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{2}{3}\right) = 33.7°$$

$$\sum F_x = 0 \ : \ F_{AB}\cos 33.7° - 5.5 = 0$$

$$F_{AB} = 6.61\ kN\ (\text{شد})$$

$$\sum F_Y = 0 \ : \ 24.7 - F_{AE} - 6.61\sin 33.7° = 0$$

$$F_{AE} = 21\ kN\ (\text{شد})$$



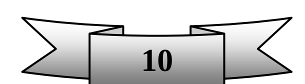
الوصلة B:

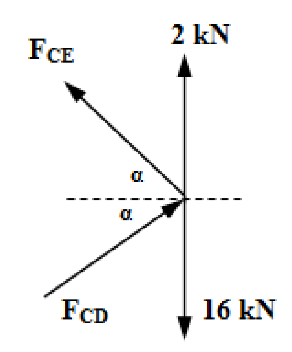
$$\sum F_x = 0 \ : \ -6.61\cos 33.7° - 10\ \sin 30° + BE\cos 33.7 = 0$$

$$F_{BE} = 12.62\ kN\ (\text{انضغاط})$$

$$\sum F_Y = 0 \ : \ 6.61\sin 33.7° - F_{BC} = 0$$

$$F_{BC} = 2\ kN\ (\text{شد})$$





الوصلة C:

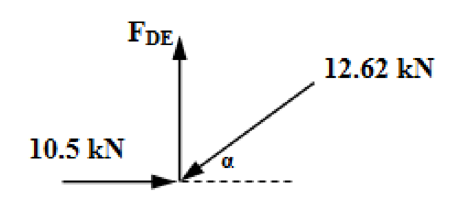
$$\sum F_x = 0 \;:\; -F_{CE}\cos 33.7° + F_{CD}\;\cos 33.7° = 0$$

$$\therefore F_{CE} = F_{CD}$$

$$\sum F_y = 0 \;:\; 2 - 16 + (F_{CE} + F_{CE})\sin 33.7° = 0$$

$F_{CE} = 12.62\ kN$ (شد)

$F_{CD} = 12.62\ kN$ (انضغاط)

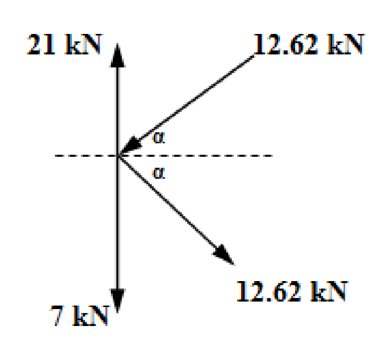


الوصلة D:

$$\sum F_y = 0 \;:\; F_{DE} - 12.62\ \sin 33.7° = 0$$

$F_{DE} = 7\ kN$ (شد)

التدقيق للوصلة E:

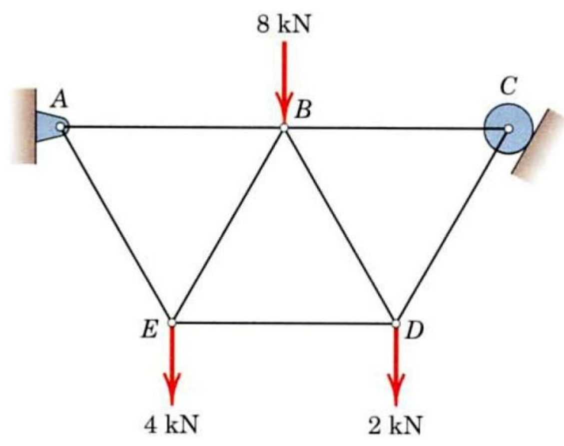


$\sum F_x = 0 \quad \surd$

$$\sum F_y = 0 \;:\; 21 - 7 - 2(12.62)\sin 33.7° = 0$$

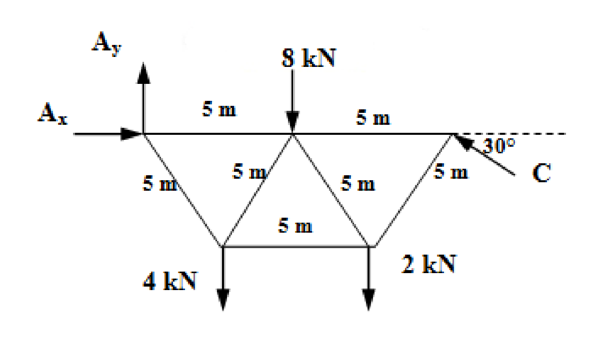
$= 0 \quad \surd$

9-4 أوجد القوى المؤثرة على كل جزء في الجملون العرض للقوى المبينة في الشكل.(جميع المثلثات متساوية الأضلاع)



الحل:

$$8(5) - 4\left(\frac{5}{2}\right) - 2 \times 3 \times \left(\frac{5}{2}\right) + C \sin 30° \, (10)$$



$$C = 13 \; kN$$

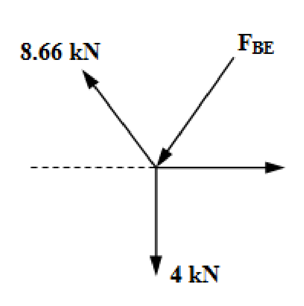
$$\sum F_x = 0 \quad ; \; A_x - 13 \cos 30 = 0$$

$$A_x = 11.25 \; kN$$

$$\sum F_y = 0 \; ; \; A_y + 13 \; \sin 30° - 14 = 0$$

$$A_y = 7.5 \; kN$$

الوصلة A:



$$\sum F_y = 0 : \; 7.5 - F_{AE} \; \sin 60° = 0$$

$$F_{AE} = 8.66 \; kN$$

$$\sum F_x = 0 : \; 13 \; \sin 60° - F_{AB} + 8.66 \cos 60° = 0$$

$$F_{AB} = 15.6 \; kN$$

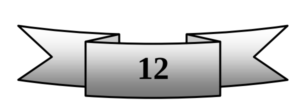
الوصلة E:

$$\sum F_y = 0 : \; 8.66 \sin 60° - 4 - F_{BE} \sin 60° = 0$$

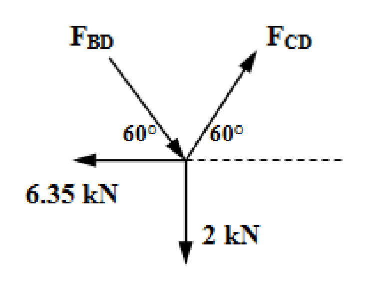
$F_{BE} = 4.04 \; kN$ (انضغاط)

$$\sum F_x = 0 : \; -8.66 \cos 60° - 4.04 \; \cos 60° + F_{DE} = 0$$

$F_{DE} = 6.35 \; kN$ (شد)



الوصلة D:



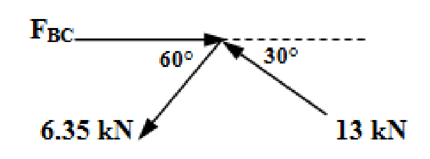
$$\sum F_x = 0 : \; F_{BD} \cos 60° - F_{CD} \cos 60° - 6.35 = 0$$

$$\sum F_y = 0 : \; F_{BD} \sin 60° + F_{CD} \sin 60° - 2 = 0$$

$F_{CD} = 7.5 \; kN$ (شد)

$F_{BD} = 5.2 \; kN$ (انضغاط)

الوصلة C:



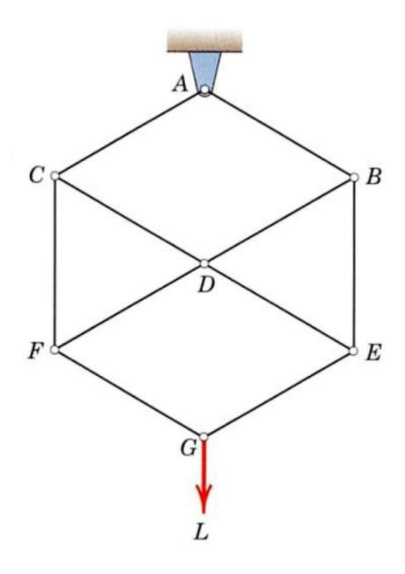
$$\sum F_x = 0 : \; F_{BC} - 6.35 \cos 60° - 13 \cos 30° = 0$$

$F_{BC} = 15 \; kN$ (انضغاط)

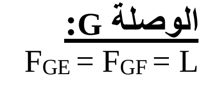
أما بالنسبة للوصلة (B) فقد تم إيجاد جميع القوى المؤثرة عليها من خلال تحليل القوى للوصلات السابقة.

ملاحظة: لقد تم فرض أطوال الأجزاء (5 m) ونظراً لكونها متساوية فلن يؤثر فرضها بأي قيمة على ناتج المسألة.

10-4 أوجد مقدار القوى المؤثرة على الأجزاء BE و BD في الجملون المعرض للحمل L . جميع الزوايا أما 60° أو 120°.

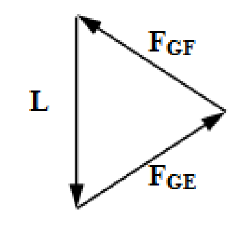


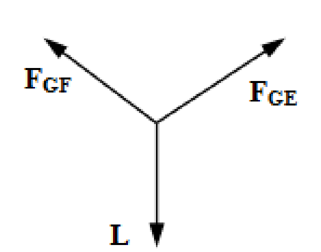
الحل:

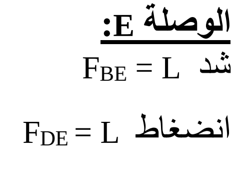


الوصلة G:

$F_{GE} = F_{GF} = L$



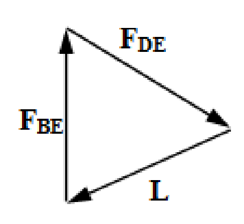


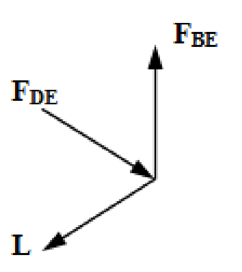


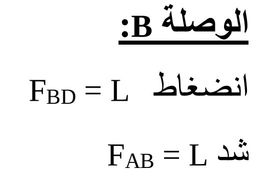
الوصلة E:

شد $F_{BE} = L$

انضغاط $F_{DE} = L$



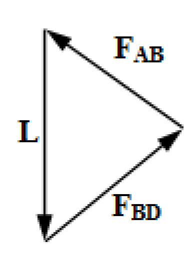


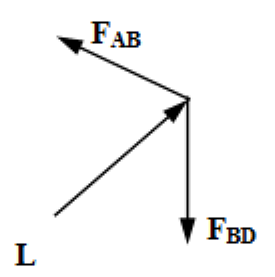


الوصلة B:

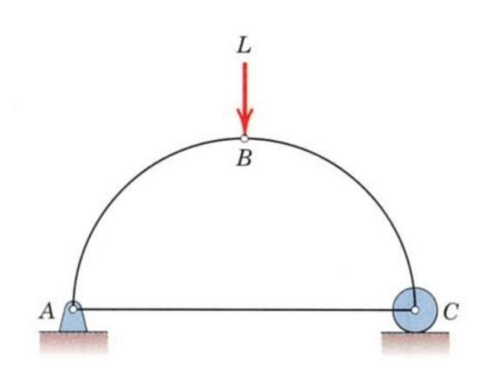
انضغاط $F_{BD} = L$

شد $F_{AB} = L$



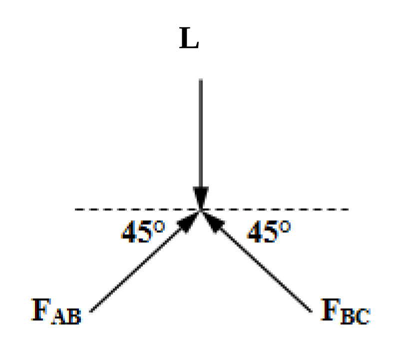


11-4 أوجد القوى المؤثرة على الجزء AC للجملون المعرض للقوى المبينة في الشكل. يعمل الجزئين (الربع الدائريين) كقوتين.



الحل:

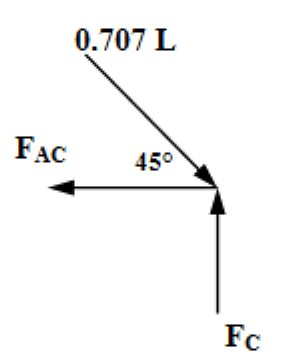
$$\sum F_x = 0 \;,\; F_{AB} = F_{BC}$$



الوصلة B:

$\sum F_y = 0 \;,\; 2F_{AB}\sin 45° - L = 0$

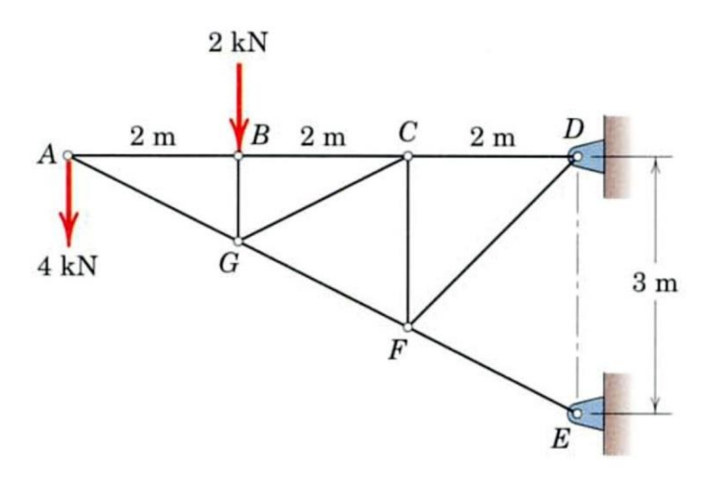
$F_{AB} = 0.707\,L = F_{BC}$



الوصلة C:

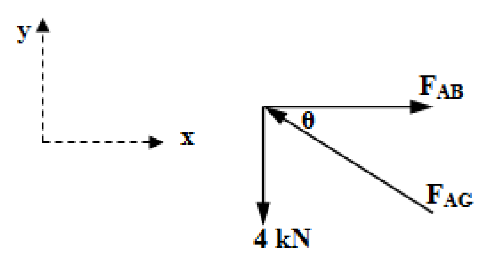
$\sum F_x = 0 \;,\; 0.707L\,\cos 45° - F_{AC} = 0$

$F_{AC} = 0.5$ (شد)



12-4 أحسب القوى المؤثرة على الجزئين CG و CF في الجملون المبين في الشكل.

الحل:



الوصلة A:

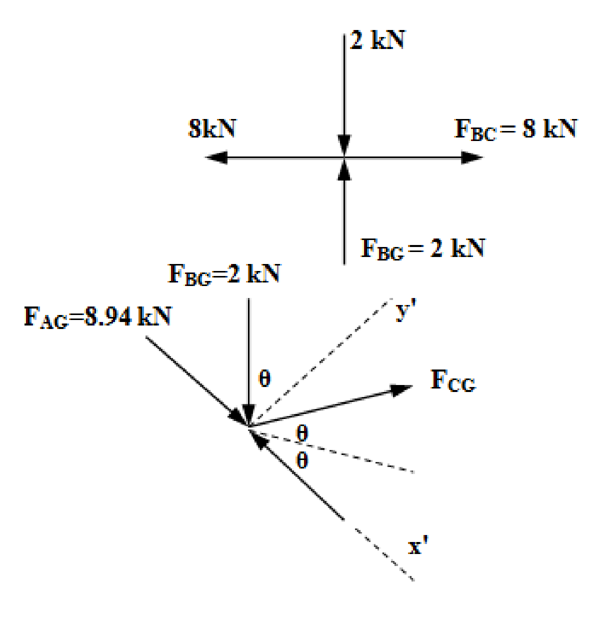
$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{1}{2}\right) = 26.57°$

$\sum F_y = 0 \; ; F_{AG} \sin 26.57° - 4 = 0$

$F_{AG} = 8.94\ kN$ (انضغاط)

$\sum F_x = 0 \; ; F_{AB} - 8.94 \cos 26.57° = 0$

$F_{AB} = 8\ kN$ (شد)



الوصلة B:

$\sum F_x = 0; F_{AB} - 4\sqrt{5}\,(2/\sqrt{5}) = 0$

$F_{AB} = 8$ kN (T)

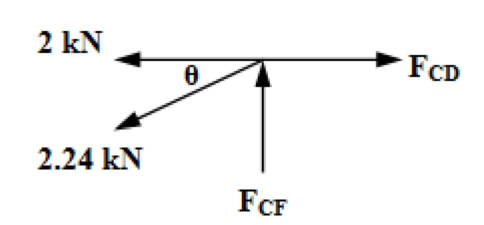
الوصلة G:

$\sum F_{y'} = 0 \; ; 2 \cos 26.57° - F_{CG} \sin 2(26.57)$

$F_{CG} = 2.24\ kN$ (شد)

$\sum F_{X'} = 0 \; ; 2.24 \cos 2(26.57°) + 2 \sin 26.57° + 8.94 - F_{GF} = 0$

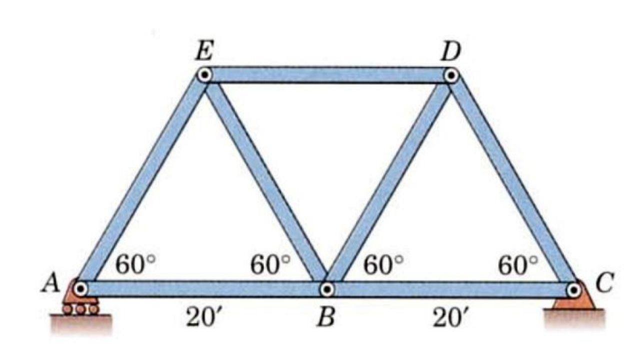
$F_{GF} = 11.18\ kN$ (انضغاط)



الوصلة C:

$\sum F_y = 0 \; : F_{CF} = 1$ kN (انضغاط)

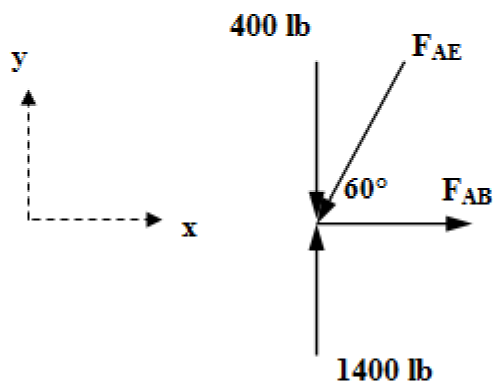
13-4 كل جزء من الجملون هو عبارة عن عمود منتظم طوله (20 ft) ويزن (400 lb). أحسب معدل قوى الشد والانضغاط في كل جزء نتيجةً للأوزان المؤثرة على كل جزء.



الحل:

الوزن الكلي للجملون = 400×7 = 2800 lb

من التماثل الهندسي للشكل نستطيع ان نستنتج بأن ردود الفعل عند المرتكزين A و C هما متساويين ويساوي كل منهما 1400 lb.



<u>الوصلة A:</u>

$$\sum F_y = 0 \;:\; F_{AE}\cos 30° + 400 - 1400 = 0$$

$$F_{AE} = 2000/\sqrt{3}\;lb \;\text{(انضغاط)}$$

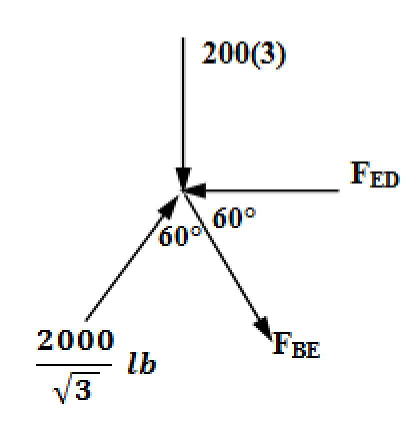
$$\sum F_x = 0 \;;\; F_{AB} - \frac{2000}{\sqrt{3}}\cos 60° = 0$$

$$F_{AB} = 1000/\sqrt{3}\;lb \;\text{(شد)}$$

من التماثل الهندسي نستنتج بأن:

$$F_{BC} = 1000/\sqrt{3}\;lb \;\text{(شد)}$$

$$F_{CD} = 2000/\sqrt{3}\;lb \;\text{(انضغاط)}$$



<u>الوصلة E:</u>

$$\sum F_y = 0 \;:\; F_{BE}\sin 60° - \frac{2000}{\sqrt{3}}\sin 60° + 600 = 0$$

$$F_{BE} = 800/\sqrt{3}\;lb \;\text{(شد)}$$

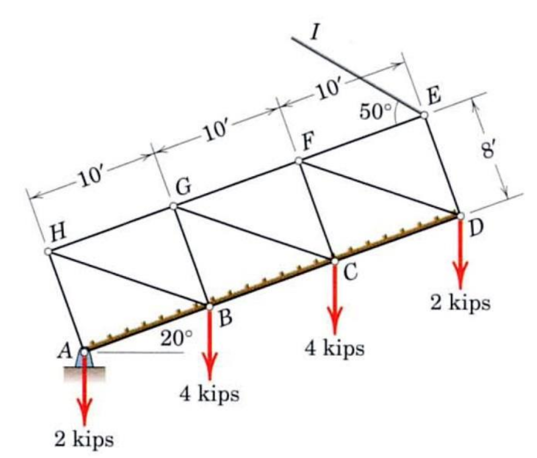
من التماثل الهندسي نستنتج بأن:

$$F_{BD} = 800/\sqrt{3}\;lb \;\text{(شد)}$$

$$\sum F_x = 0 \;;\; F_{ED} - \frac{2000}{\sqrt{3}}\sin 30° - \frac{800}{\sqrt{3}}\sin 30° = 0$$

$$F_{ED} = 1400/\sqrt{3}\;lb \;\text{(انضغاط)}$$

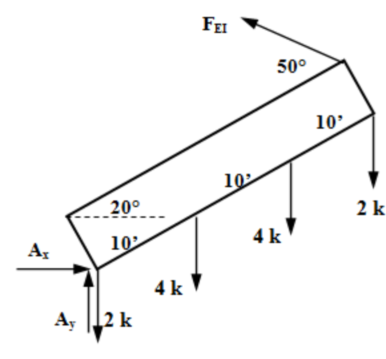
14-4 يتم رفع الجسر المتحرك بواسطة الكابل EI . الأحمال على الوصلات الأربعة والمبينة في الشكل هي نتيجة لتأثير وزن السكة. أوجد القوى المؤثرة على الأجزاء EF و DE و DF و CD و FG.



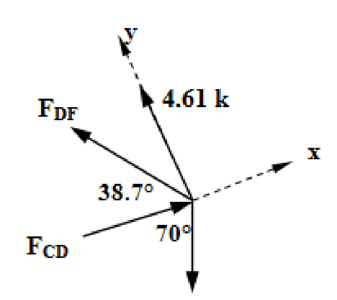
الحل:

$$\sum M_A = 0 \;;\; -4\cos 20°(10+20+\tfrac{30}{2}) + F_{EI}\cos 50°(8) + F_{EI}\sin 50°(30)$$

$$\rightarrow F_{EI} = 6.01\ kips$$



الوصلة E:



$$\sum F_x = 0 \;;\; F_{EF} - 6.01\cos 50° = 0$$

$\therefore F_{EF} = 3.87\ kips$ (انضغاط)

$$\sum F_y = 0 \;;\; -F_{DE} + 6.01\sin 50° = 0$$

$\therefore F_{DE} = 4.61\ kips$ (شد)

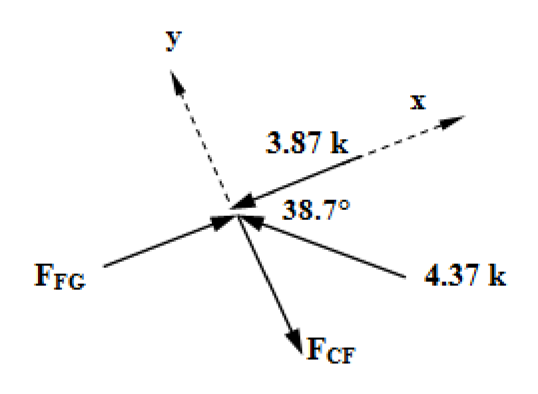
الوصلة D:

$$\sum F_y = 0 \;;\; 4.61 - 2\sin 70° + F_{DF}\sin 38.7° = 0$$

$\therefore F_{DF} = 4.37\ kips$ (انضغاط)

$\sum F_x = 0 \;\; ; \;\; 4.37\cos 38.7° - 2\cos 70° + F_{CD} = 0$

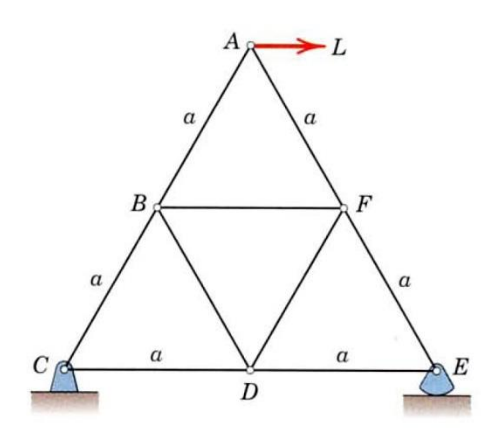
$\therefore F_{CD} = 2.73\ kips$ (شد)



الوصلة F:

$\sum F_x = 0 \;\; ; -3.87 - 4.37\cos 38.7° + F_{FG} = 0$

$\therefore F_{FG} = 7.28\ kips$ (انضغاط)



15-4 الجملون المتساوي الزوايا مسند ومعرض الى الحمل المبين في الشكل. أوجد القوى المؤثرة على جميع أجزائه بدلالة الحمل L.

الحل:

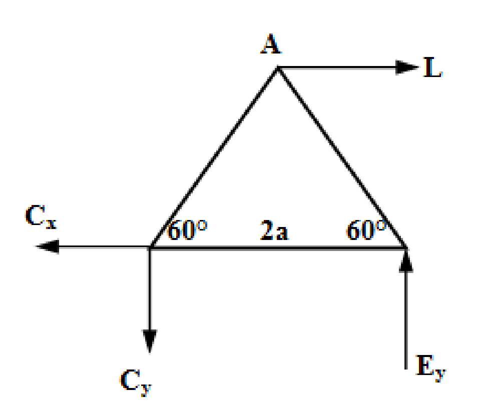
للجملون كله:

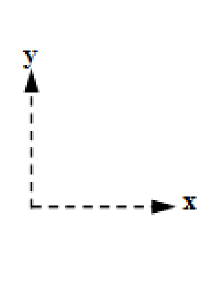
$\sum M_C = 0 \;\; ; L(2a\sin 60°) - E_y(2a) = 0$

$E_y = \frac{\sqrt{3}}{2}L$

$\sum F_x = 0 \; : \; C_x = L$

$\sum F_y = 0 \;\; ; \;\; C_y = \frac{\sqrt{3}}{2}L$

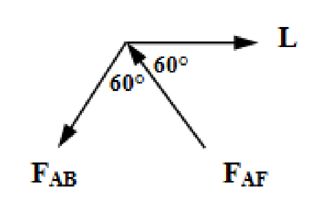


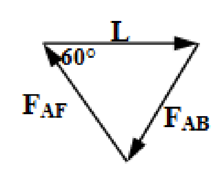


الوصلة A:

$F_{AB} = \mathrm{L}$ (شد)

$F_{AF} = \mathrm{L}$ (انضغاط)

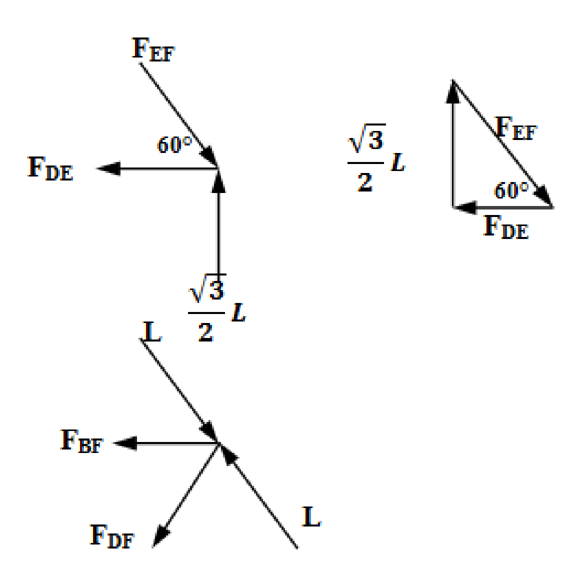




الوصلة E:

$F_{EF} = \frac{\sqrt{3}/_{2}\mathrm{L}}{\cos 30°} = \mathrm{L}$ (انضغاط)

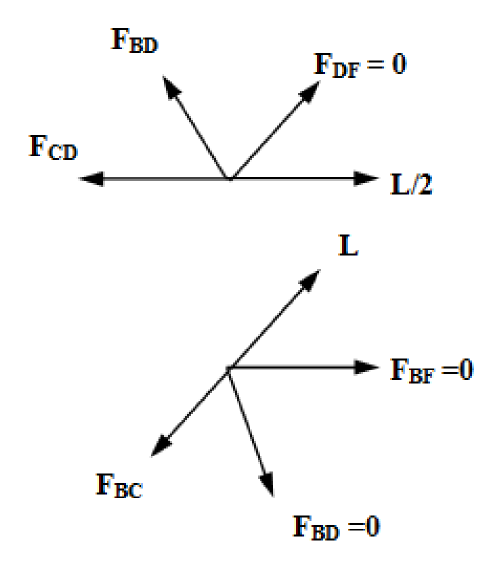
$F_{DE} = \mathrm{F_{EF}} \sin 30° = \frac{1}{2}\mathrm{L}$ (شد)



الوصلة F:

$\sum \bar{F} = 0$

$F_{BF} = F_{DF} = 0$



الوصلة D:

$\sum F_y = 0 \;:\; F_{BD} = 0$

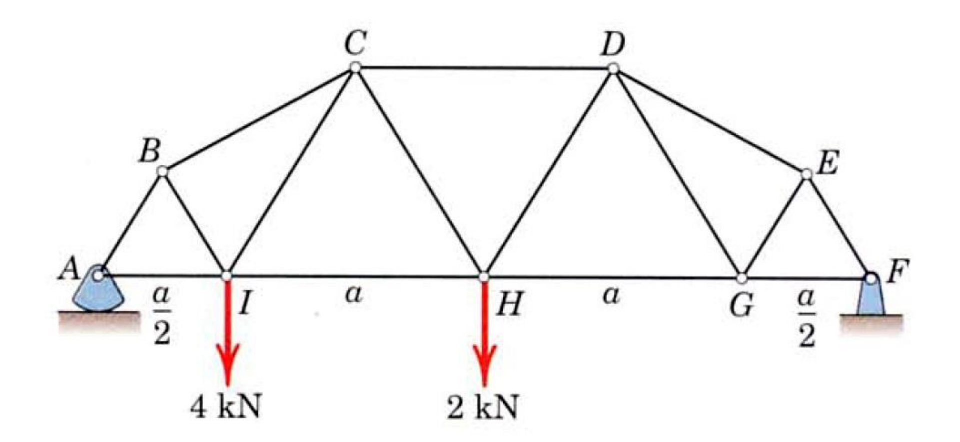
$\sum F_x = 0 \;:\; F_{CD} = \frac{L}{2}$ (شد)

الوصلة B:

$\sum \bar{F} = 0 \;;\; F_{BC} = L$ (شد)

(الوصلة C قد تم ايجاد جميع القوى عليها من الوصلات السابقة).

16-4 أوجد القوى المؤثرة على الأجزاء BI ، CI ، و HI في الجملون المعرض للقوى المبينة في الشكل. جميع الزوايا هي أما 30°، 60° أو 90° .



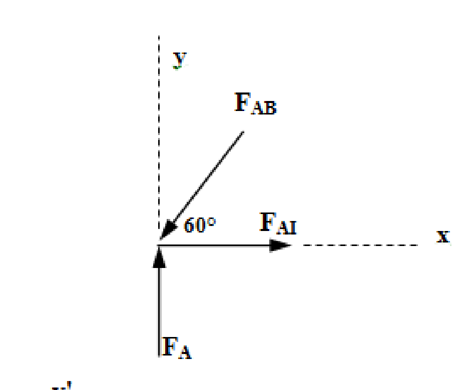
الحل:

للجملون كله:

$$\sum M_F = 0 \quad ; 2\left(a+\frac{a}{2}\right)+4\left(2a+\frac{a}{2}\right)-F_A(3a)=0$$

$$F_A = 4.33\ kN$$

الوصلة A:



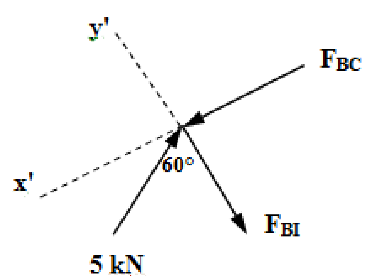
$$\sum F_y = 0 \quad ; F_{AB}\sin 60° - 4.33 = 0$$

$F_{AB} = 5\ kN$ (انضغاط)

$$\sum F_x = 0 \quad ; F_{AI} - 5\cos 60° = 0$$

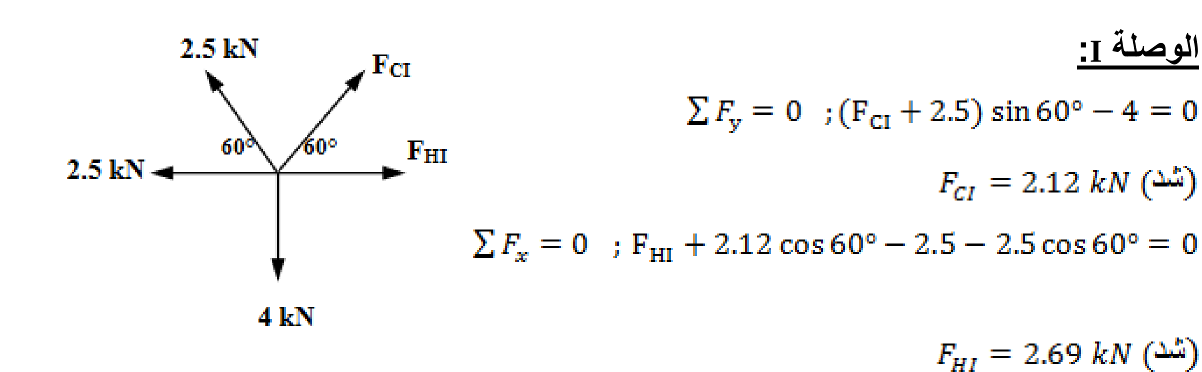
$F_{AI} = 2.5\ kN$ (شد)

الوصلة B:



$$\sum F_y = 0 \quad ; 5\cos 60° - F_{BI} = 0$$

$F_{BI} = 2.5\ kN$ (شد)



الوصلة I:

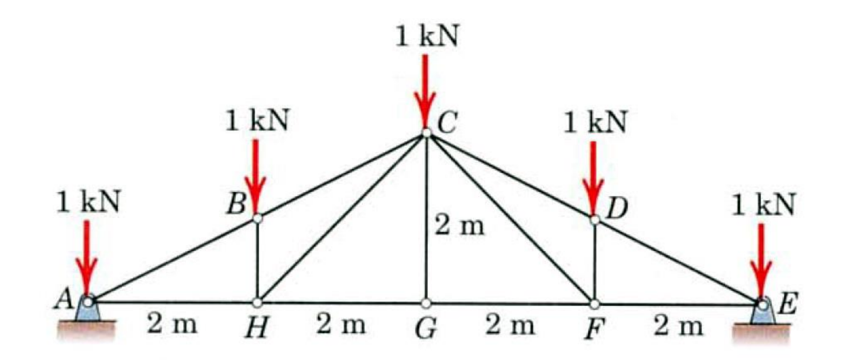
$$\sum F_y = 0 \quad ;(\mathrm{F_{CI}} + 2.5)\sin 60° - 4 = 0$$

$$F_{CI} = 2.12\ kN \text{ (شد)}$$

$$\sum F_x = 0 \quad ; \mathrm{F_{HI}} + 2.12\cos 60° - 2.5 - 2.5\cos 60° = 0$$

$$F_{HI} = 2.69\ kN \text{ (شد)}$$

17-4 يؤثر حمل الناتج عن الصقيع (الثلج) على الوصلات العليا للسقف الجملوني. أهمل أي قوى أفقية تؤثر على المساند وأوجد القوى المؤثرة على جميع الأجزاء.

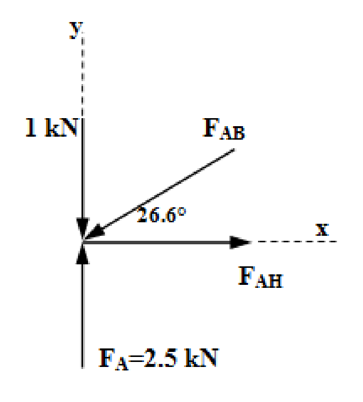


الحل:

من التماثل الهندسي لشكل الجملون نستنتج:

$$F_A = \mathrm{F_E} = 2.5\ \mathrm{kN} \quad ; \ \alpha = \tan^{-1}\left(\frac{2}{4}\right) = 26.6°$$

الوصلة A:



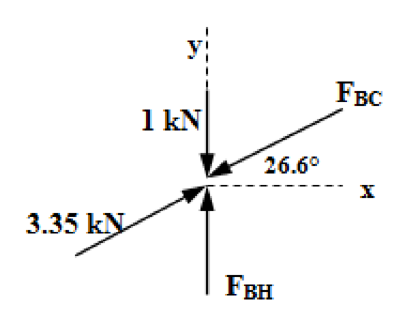
$$\sum F_y = 0 \quad ;2.5 - 1 - \mathrm{F_{AB}}\sin 26.6 = 0$$

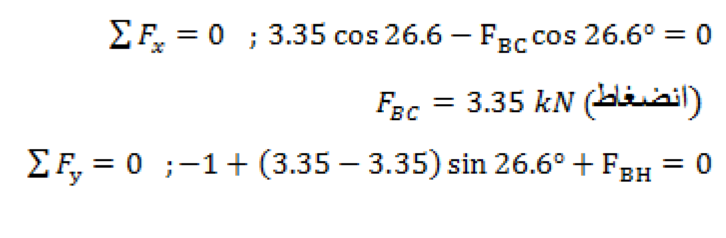
$$F_{AB} = 3.35\ kN \text{ (انضغاط)}$$

$$\sum F_x = 0 \quad ; -3.35\cos 26.6 + \mathrm{F_{AH}} = 0$$

$F_{AH} = 3\ kN$ (شد)

الوصلة B:

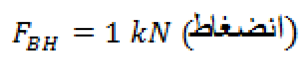




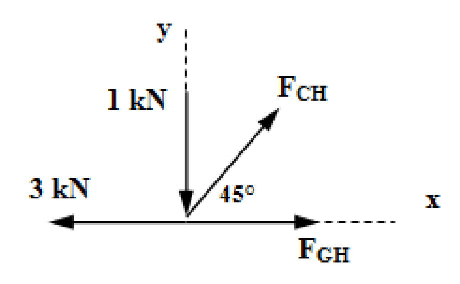
$\sum F_x = 0 \quad ; 3.35 \cos 26.6 - F_{BC} \cos 26.6° = 0$

$F_{BC} = 3.35\ kN$ (انضغاط)

$\sum F_y = 0 \quad ; -1 + (3.35 - 3.35) \sin 26.6° + F_{BH} = 0$



$F_{BH} = 1\ kN$ (انضغاط)



الوصلة H:

$\sum F_y = 0 \quad ; -1 + F_{CH} \sin 45° = 0$

$F_{CH} = 1.414\ kN$ (شد)

$\sum F_x = 0 \quad ; -3 + 1.41 \cos 45° + F_{GH} = 0$

$F_{GH} = 2\ kN$ (شد)

بفحص الوصلة G وباستخدام العلاقة التالية:

$\sum F_y = 0, \ F_{CG} = 0$

ومن التماثل الهندسي:

$F_{DE} = F_{AB} = 3.35\ kN$ (انضغاط)

$F_{CD} = F_{BC} = 3.35\ kN$ (انضغاط)

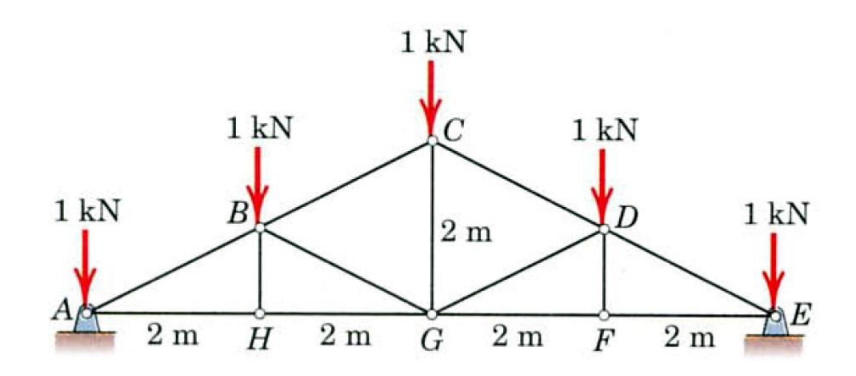
$F_{EF} = F_{AH} = 3\ kN$ (شد)

$F_{DF} = F_{BH} = 1\ kN$ (انضغاط)

$F_{CF} = F_{CH} = 1.414\ kN$ (شد)

$F_{FG} = F_{GH} = 2\ kN$ (شد)

18-4 الحمل المسلط في المسألة 4-17 كما مبين وقد تم تسليطه على الجملون المبين في الشكل. أهمل أي قوى أفقية كرد فعل للمساند وأوجد القوى المؤثرة على كل جزء وقارنها بالنتائج التي حصلت عليها في المسألة 4-17.



الحل:

من التماثل الهندسي نستنتج بأن:

$$F_A = F_E = 2.5\ \text{kN} \ ; \ \alpha = \tan^{-1}\left(\frac{2}{4}\right) = 26.6^\circ$$

الوصلة A:

تحليل القوى لهذه الوصلة مشابه لحل المسألة 4-17

$F_{AB} = 3.35\ kN$ (انضغاط)

$F_{AH} = 3\ kN$ (شد)

بالفحص سنجد أن:

$F_{BH} = 0 \ ; \ F_{GH} = F_{AH}$

الوصلة B:

$$\sum F_y = 0 \ ; -1 + 3.35 \sin 26.6^\circ + F_{BG} \sin 26.6^\circ - F_{BC} \sin 26.6^\circ = 0 \ldots\ldots (1)$$

$$\sum F_x = 0 \ ; 3.35 \cos 26.6 - F_{BC} \cos 26.6^\circ - F_{BG} \cos 26.6^\circ = 0 \ldots\ldots\ldots (2)$$

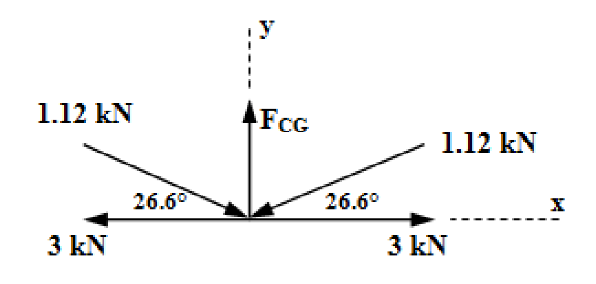
$\therefore F_{BC} = 2.24\ kN$ (انضغاط)

$F_{BG} = 1.118\ kN$ (انضغاط)

الوصلة G:

$$\sum F_y = 0 \quad ; \; F_{CG} - 2(1.12)\sin 26.6° = 0$$

$F_{CG} = 1\ kN$ (شد)



ومن التماثل الهندسي:

$F_{DE} = F_{AB} = 3.35\ kN$ (انضغاط)

$F_{CD} = F_{BC} = 2.24\ kN$ (انضغاط)

$F_{EF} = F_{AH} = 3\ kN$ (شد)

$F_{DF} = F_{BH} = 0$

$F_{FG} = F_{CH} = 3\ kN$ (شد)

$F_{DG} = F_{BG} = 1.118\ kN$ (شد)

19-4 أحسب القوى المؤثرة على الأجزاء CF ، CG و EF في الجملون المعرض للقوى المبينة في الشكل.

الحل:

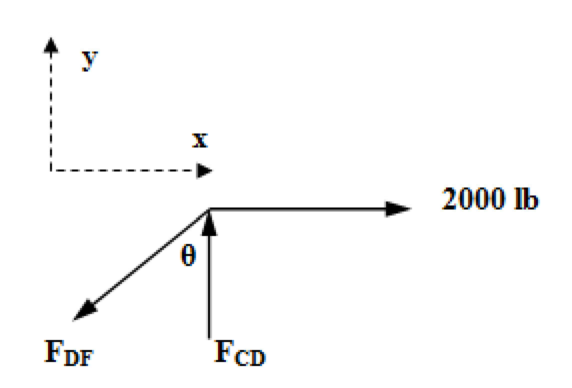
الوصلة E:

$F_{DE} = F_{EF} = 0$

الوصلة D:

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{13}{10}\right) = 52.4°$$

$$\sum F_x = 0 \quad ; \; F_{DF}\sin 52.4° - 2000 = 0$$

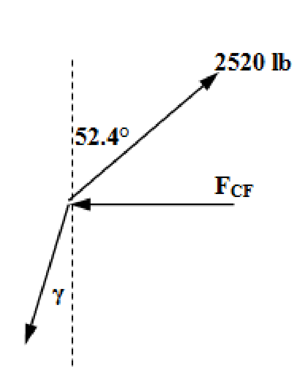


$F_{DF} = 2520 \text{ lb}$(شد)

$\sum F_y = 0 \;\; ; \; F_{CD} - 2520 \cos 52.4° = 0$

$F_{CD} = 1538 \text{ lb}$ (انضغاط)

الوصلة F:



$\gamma = \tan^{-1}\left(\frac{3}{10}\right) = 16.70°$

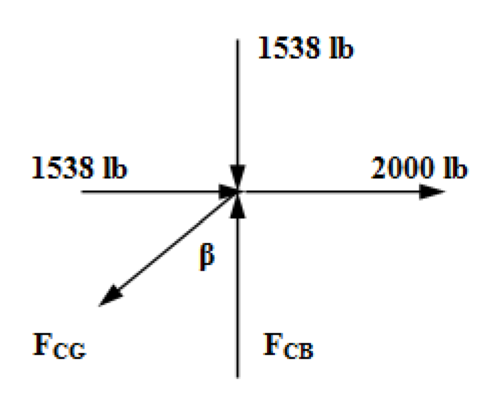
$\sum F_y = 0 \;\; ; \; 2520 \cos 52.4° - F_{FG} \cos 16.7° = 0$

$F_{FG} = 1606 \text{ lb}$(شد)

$\sum F_x = 0 \;\; ; \; 2520 \sin 52.4° - F_{CF} - 1606 \sin 16.7° = 0$

$F_{CF} = 1538 \text{ lb}$ (انضغاط)

الوصلة C:

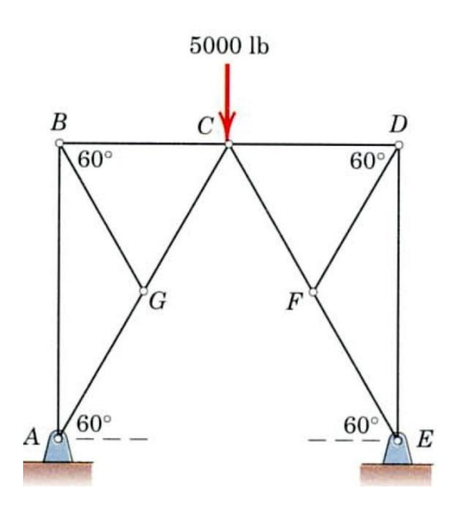


$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{16}{10}\right) = 58°$

$\sum F_x = 0 \;\; ; 1538 + 2000 - F_{CG} \sin 58° = 0$

$F_{CG} = 4170 \text{ lb}$(شد)

<u>20-4</u> أوجد القوى المؤثرة على كل جزء من زوجي الجملون الذين يسندان حملاً مقداره (5000 lb) عند نقطة الوصل C.

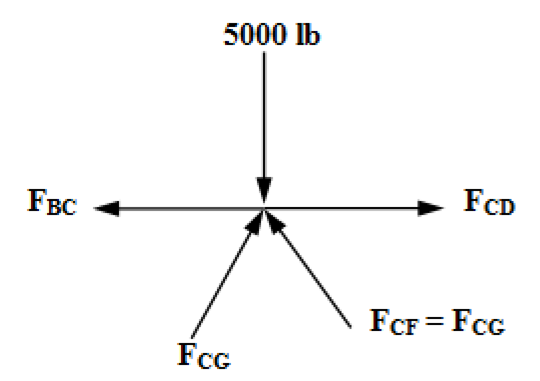


الحل:

من التماثل الهندسي نستنتج بأن:

$F_{CF} = F_{CG}$

<u>الوصلة C:</u>



$\sum F_y = 0 \;\; ; 2\,F_{CG} \sin 60° - 500 = 0$

$F_{CG} = 2890$ lb (انضغاط)

<u>الوصلة G:</u>

2890 lb

F_{BG}

F_{AG}

وبالفحص سنجد أن:

$F_{AG} = 2890$ lb (انضغاط)

$F_{BG} = 0$

<u>الوصلة B:</u>

$F_{AB} = 0 \;\; ; \;\; F_{BC} = 0$

القوى المؤثرة على الجملون الذي على اليسار مماثلة الى القوى المؤثرة على الجملون الذي على اليمين.

<u>21-4</u> يتألف الأطار المربع من أربعة حافات تؤثر على اثنتين منهما قوتين وتؤثر على الحافتين الأخرويتين كابلين هما AC و BD والذين غير قادرين على تحمل قوى إنضغاطية. أوجد القوى المؤثرة على كل جزء نتيجة للحمل L في الموضع (a) ثم في الموضع (b).

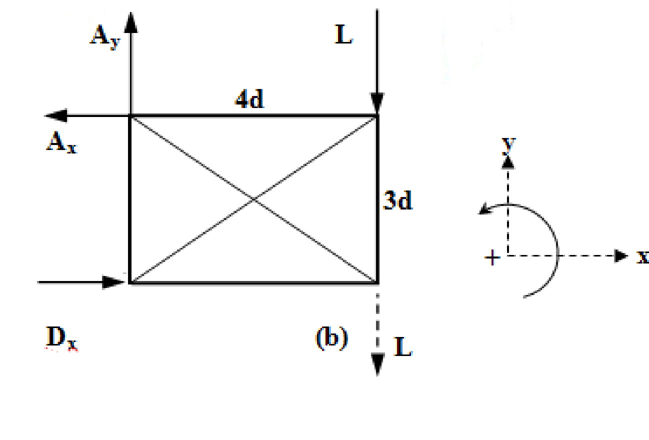
الحل:

$$\sum F_y = 0 \;\; ; A_y - \mathrm{L} = 0$$

$$\mathrm{A_y = L}$$

$$\sum M_A = 0 \;\; ; \mathrm{D_x(3d) - L(4d) = 0}$$

$$A_x = D_x = \frac{4}{3}L$$



هذه هي ردود الأفعال في الحالتين (a) و (b).

(a) سنفرض ان الكابل BD سيكون مرتخياً.

وعند فحص الوصلة B، سنجد أن:

$F_{AB} = 0$; $F_{BC} = L$ (انضغاط)

وبطريقة مشابهة سنجد للوصلة D :

$F_{AD} = 0$; $F_{CD} = (4/3)\,L$ (انضغاط)



<u>الوصلة (A):</u>

$$\sum F_y = 0 \;\; ; L - \left(\frac{3}{5}\right)\mathrm{F_{AC}} = 0 \;\; , \mathrm{F_{AC}} = \left(\frac{5}{3}\right)\mathrm{L} \text{ (شد)}$$

$$\sum F_x = 0 \;\; ; -\left(\frac{4}{3}\right)L + \left(\frac{5}{3}\right)\mathrm{L} \times \frac{4}{5} = 0$$

نتيجة لكون AC في حالة شد، فان الفرضية صحيحة.

(b) سنفرض في هذه الحالة بأن الكابل BD سيكون مرتخياً. وسنجد من الوصلة B:

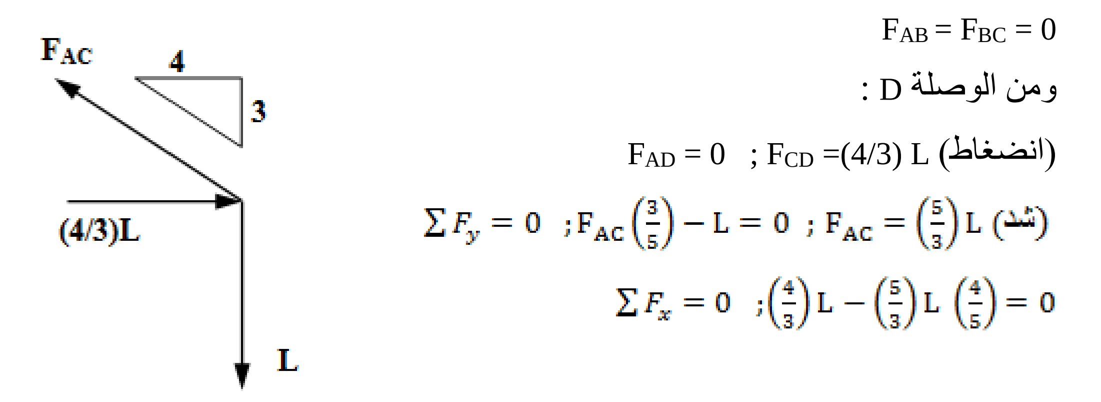
$F_{AB} = F_{BC} = 0$

ومن الوصلة D :

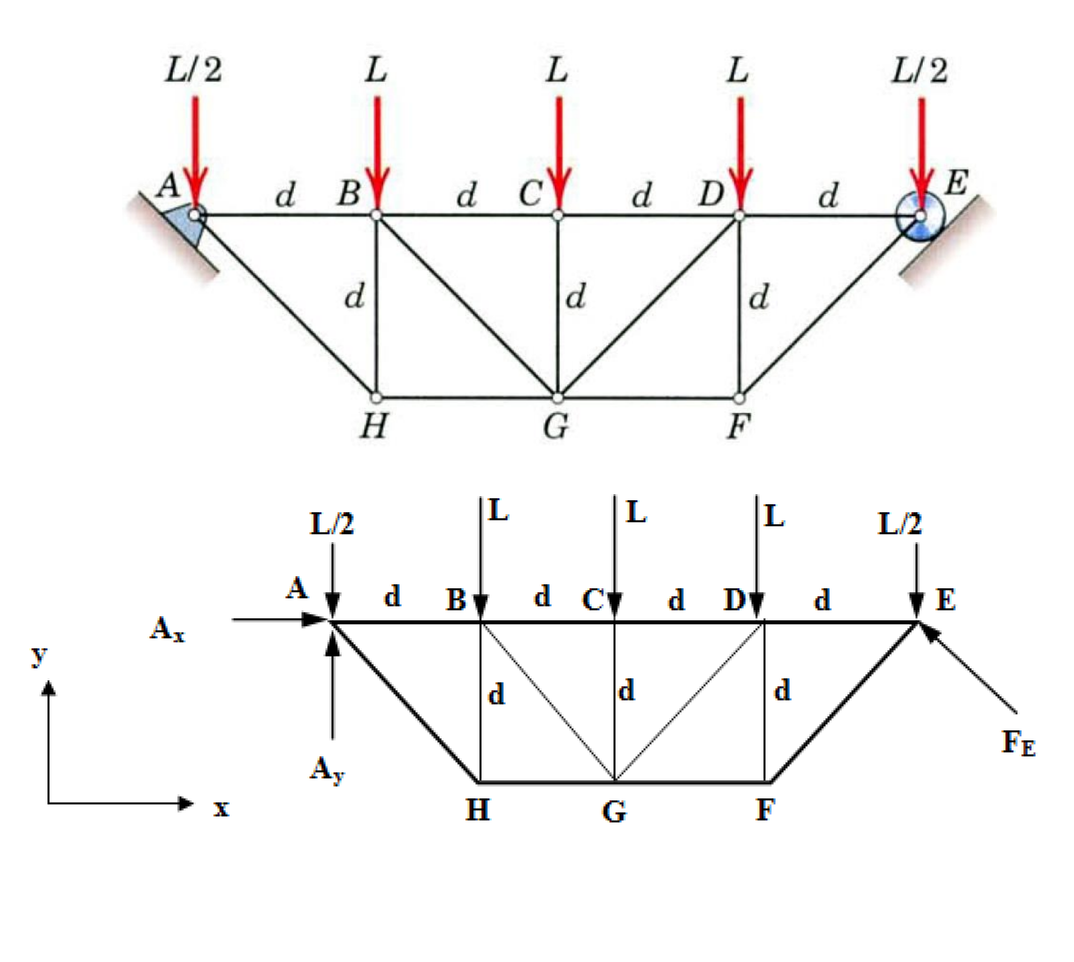
$F_{AD} = 0$; $F_{CD} = (4/3)\,L$ (انضغاط)

$\sum F_y = 0$; $F_{AC}\left(\frac{3}{5}\right) - L = 0$; $F_{AC} = \left(\frac{5}{3}\right) L$ (شد)

$\sum F_x = 0$; $\left(\frac{4}{3}\right) L - \left(\frac{5}{3}\right) L \left(\frac{4}{5}\right) = 0$



22-4 أوجد القوى المؤثرة على الأجزاء AB و CG و DE في الجملون المعرض للقوى المبينة في الشكل.



الحل:

للجملون ككل

$$\sum M_A = 0 \ \ ; -L(2d) - L(3d) - \frac{L}{2}(4d) + F_E\frac{\sqrt{2}}{2}(4d) = 0$$

$$LF_E = 2\sqrt{2}$$

$$\sum F_x = 0 \ \ ; A_x - 2\sqrt{2}\,L\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = 0$$

$$A_x = 2L$$

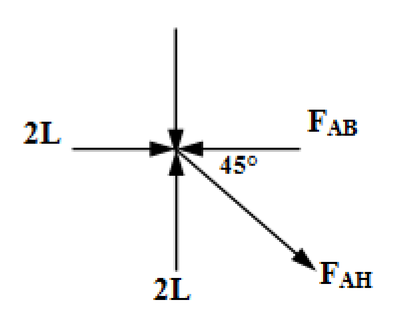
$$\sum F_y = 0 \ \ ; A_y - 4L + 2\sqrt{2}\,L\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = 0$$

$$A_y = 2L$$

بفحص النقطة C نستنتج بأن:

$$F_{CG} = F_{LC}$$

الوصلة (A):



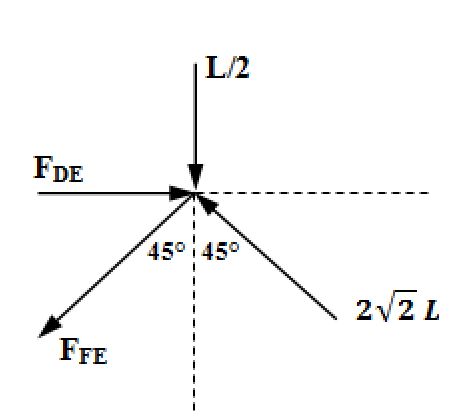
$$\sum F_y = 0 \ \ ; 2L - \frac{L}{2} - F_{AH}\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = 0$$

$F_{AH} = \frac{3\sqrt{2}}{2}L$ (شد)

$$\sum F_x = 0 \ \ ; 2L + \frac{3\sqrt{2}}{2}L\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) - F_{AB} = 0$$

$F_{AB} = \frac{7}{2}L$ (انضغاط)

الوصلة (E):



$$\sum F_y = 0 \ \ ; -\frac{L}{2} + 2\sqrt{2}\,L\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) - F_{FE}\frac{\sqrt{2}}{2} = 0$$

$F_{FE} = \frac{3\sqrt{2}}{2}L$ (شد)

$$\sum F_x = 0 \ \ ; F_{DE} - \frac{3\sqrt{2}}{2}L\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) - 2\sqrt{2}\,L\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = 0$$

$F_{DE} = \frac{7}{2}L$ (انضغاط)

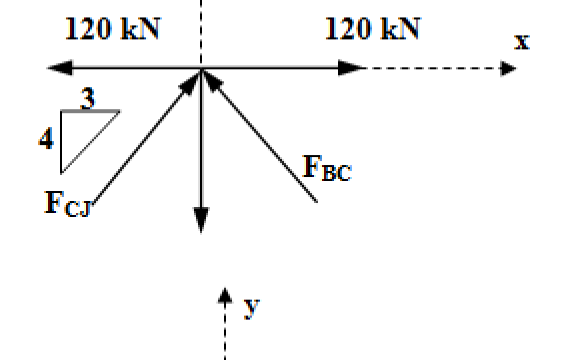
<u>23-4</u> يستخدم الهيكل المؤقت لنصب وتحضير لإطلاق الصاروخ الذي كتلته 500 Mg. يمكن تقريب شكل الهيكل المؤقت الابتدائي بالمستوي المتماثل للجملون المبين في الشكل، والذي هو غير محدد إستاتيكياً. عندما يكون الهيكل المؤقت في وضع الإطلاق فان 60 Mg من وزن الصاروخ سيكون معلق من الوصلة A ، وقد دلت مقاييس الانفعال بان هنالك قوة إنضغاطية مقدارها 50 kN في الجزء AB وقوة شد مقدارها 120 kN في الجزء CD نتيجة للحمل 60 Mg. أحسب القوى المناظرة في الجزئين BF و EF.

الحل:

من التماثل الهندسي نستنتج بأن:

$F_{AJ} = F_{CD}$; $F_{BC} = F_{JC}$

<u>الوصلة (C):</u>



$$\sum F_y = 0 \;\; ; \left(\frac{4}{5}\right)(2F_{BC}) - 60(9.81) = 0$$

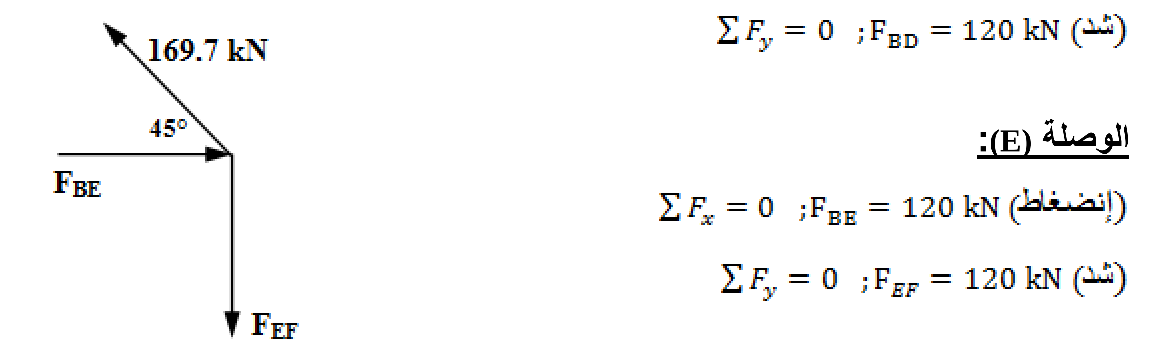
$F_{BC} = 368\ kN$ (انضغاط)

<u>الوصلة (D):</u>

$$\sum F_x = 0 \;\; ; \left(\frac{F_{DE}}{\sqrt{2}}\right) - 120 = 0$$

$F_{DE} = 169.7\ kN$ (شد)

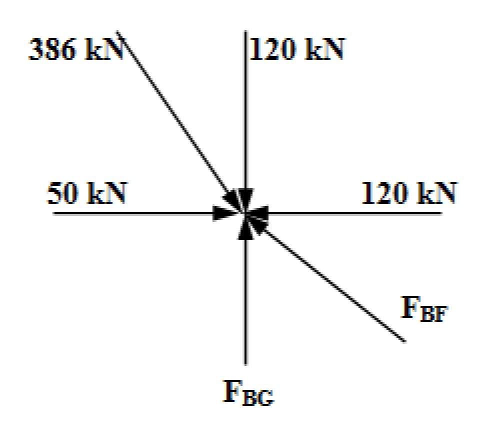
$\sum F_y = 0 \;\; ; F_{BD} = 120 \text{ kN}$ (شد)



الوصلة (E):

$\sum F_x = 0 \;\; ; F_{BE} = 120 \text{ kN}$ (إنضغاط)

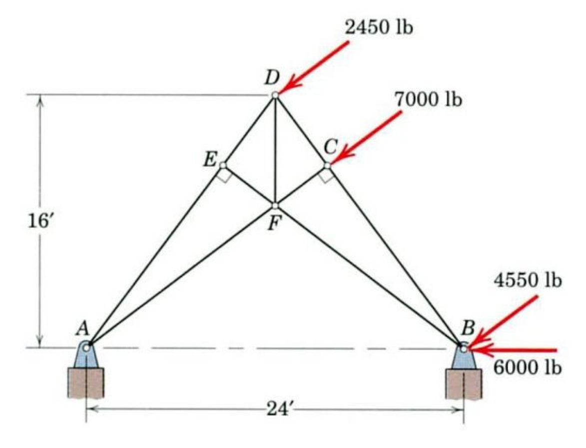
$\sum F_y = 0 \;\; ; F_{EF} = 120 \text{ kN}$ (شد)



الوصلة (B):

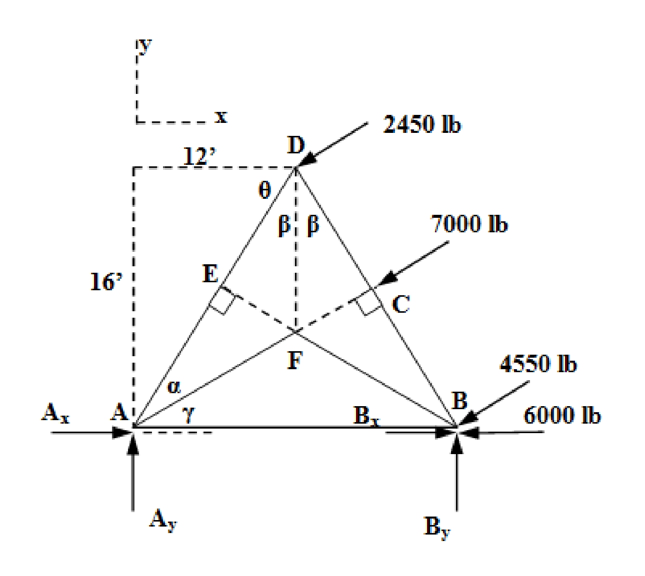
$$\sum F_x = 0 \;\; ; \left(\frac{4}{5}\right) F_{BF} + 120 - \left(\frac{3}{5}\right)(368) - 50 = 0$$

$F_{BF} = 188.4 \; kN$ (إنضغاط)



24-4 حلل قوة رياح الإعصار المسلطة على سقف الجملون، التي سرعتها 165 mi/hr. والتي تؤثر على عارضة السقف المبين في الشكل. تعامل مع الهيكل كجملون بسيط متماثل هندسياً وأهمل أي قوة أفقية يمكن أن تسند عند المسند A. حدد أجزاء الجملون التي تسند القوة الأعظم سواء كانت شداً أو إنضغاطاً وأحسب هذه القوة.

الحل:



$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{16}{12}\right) = 53.1°$$

$$\beta = 90° - \theta = 36.9°$$

$$\alpha = 90 - 2\beta = 16.26°$$

$$\overline{CD} = 20\ \sin 16.26° = 5.6\ ft$$

$$\overline{CB} = 20\ -\ \overline{CD} = 14.40\ ft$$

$$\gamma = 90° - (90° - 53.1°) - 16.26° = 36.9°$$

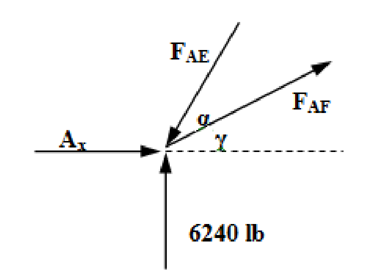
الجملون ككل:

$$\sum M_B = 0\ \ : 7000(14.4) + 2450(20) - 24\ A_y = 0$$

$$A_y = 6240\ lb$$

$$\sum F_y = 0\ \ ; B_y + 6240 - (2450 + 7000 + 4550)\cos 36.9° - 6000 = 0$$

$$B_x = 17200\ lb$$



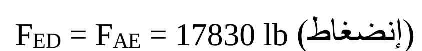
<u>الوصلة (A):</u>

$$\sum F_x = 0\ \ ; -F_{AE}\cos 53.1° + F_{AF}\cos 36.9° = 0$$

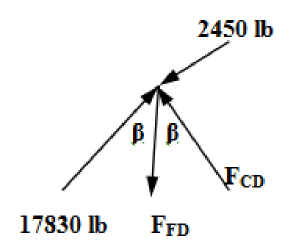
$$\sum F_y = 0\ \ ; -F_{AE}\cos 53.1° + F_{AF}\cos 36.9° = 0$$

$$\rightarrow F_{AF} = 13380\ lb\ (\text{شد});\ F_{AE} = 17830\ lb\ (\text{إنضغاط})$$

من الوصلة E نستنتج بأن:



$F_{ED} = F_{AE} = 17830$ lb (إنضغاط)



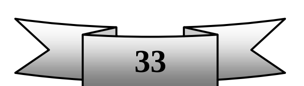
<u>الوصلة (D):</u>

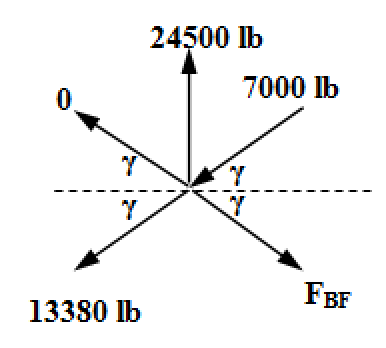
$$;17830\ \sin 36.9° - F_{CD}\sin 36.9° - 2450\cos 36.9° = 0$$

$$F_{CD} = 14570\ lb\ (\text{إنضغاط})$$

$$\sum F_y = 0\ \ ; (14570 + 17830)\cos 36.9° - F_{FD} - 2450\ \sin 36.9° = 0$$

$$F_{FD} = 24500\ lb\ (\text{شد})$$





الوصلة (F):

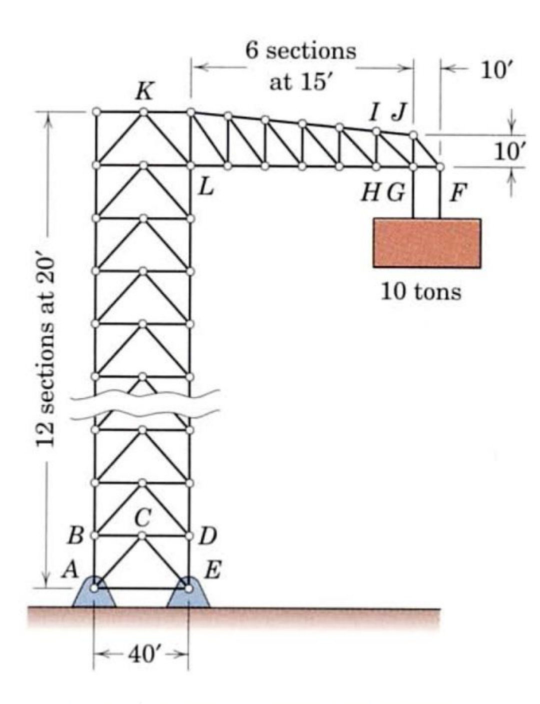
$$\sum F_x = 0 \quad ; F_{BF} \cos 36.9° - (13380 + 7000) \cos 36.9° = 0$$

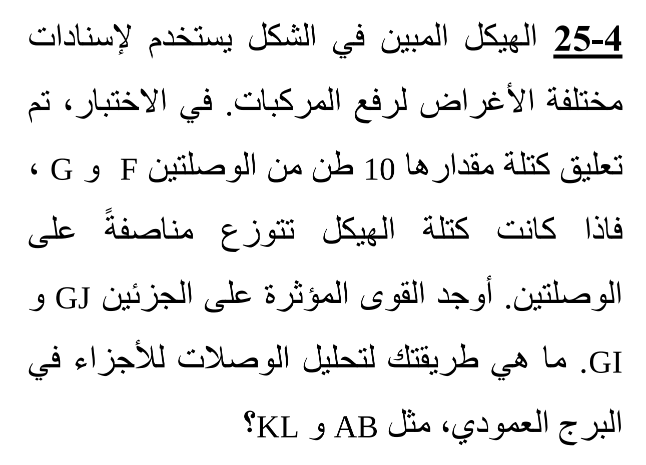
$F_{BF} = 20400\ lb$ (شد)

(الوصلة B تم حلها)

أقصى قوة تحدث في الجزء FD:

$F_{FD} = 24500$ lb (شد)



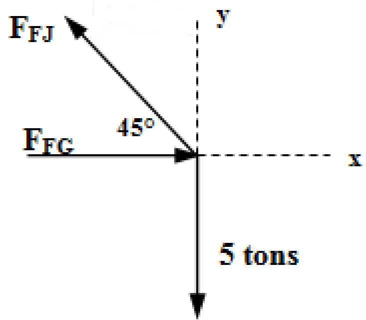


25-4 الهيكل المبين في الشكل يستخدم لإسنادات مختلفة الأغراض لرفع المركبات. في الاختبار، تم تعليق كتلة مقدارها 10 طن من الوصلتين F و G ، فاذا كانت كتلة الهيكل تتوزع مناصفةً على الوصلتين. أوجد القوى المؤثرة على الجزئين GJ و GI. ما هي طريقتك لتحليل الوصلات للأجزاء في البرج العمودي، مثل AB و KL؟

الحل:

الهيكل هو غير محدد استاتيكياً خارجياً؛ والجزء AE في البرج العمودي هو غير محدد أيضاً.

الوصلة F:



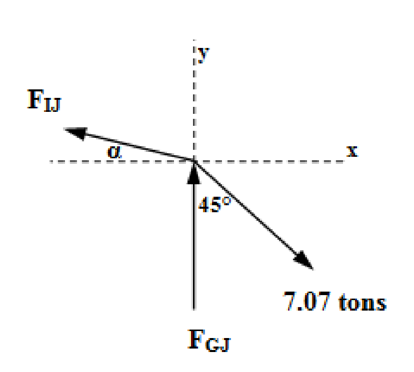
$$\sum F_y = 0 \quad ; F_{FJ} \sin 45° - 5 = 0$$

$F_{FJ} = 7.07\ tons$ (شد)

$$\sum F_x = 0 \quad ; F_{FG} - 7.07 \cos 45° = 0$$

$F_{FG} = 5\ tons$ (إنضغاط)

الوصلة J:



$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{10}{90}\right) = 6.34°$$

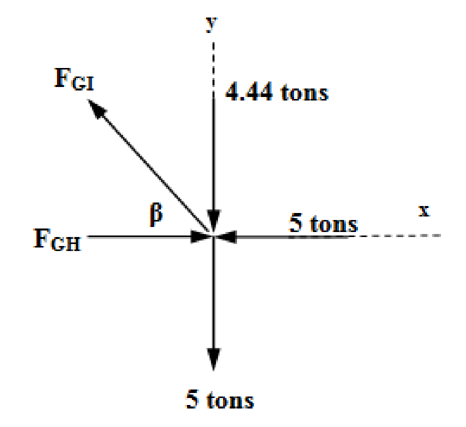
$$\sum F_x = 0 \ ;- F_{IJ}\cos 6.34° + 7.07 \ \cos 45° = 0$$

$$F_{IJ} = 5.03 \ tons \ (\text{شد})$$

$$\sum F_y = 0 \ ;5.03 \sin 6.34° - 7.07 \ \sin 45° + F_{GJ} = 0$$

$$F_{GJ} = 4.44 \ tons \ (\text{إنضغاط})$$

الوصلة G:

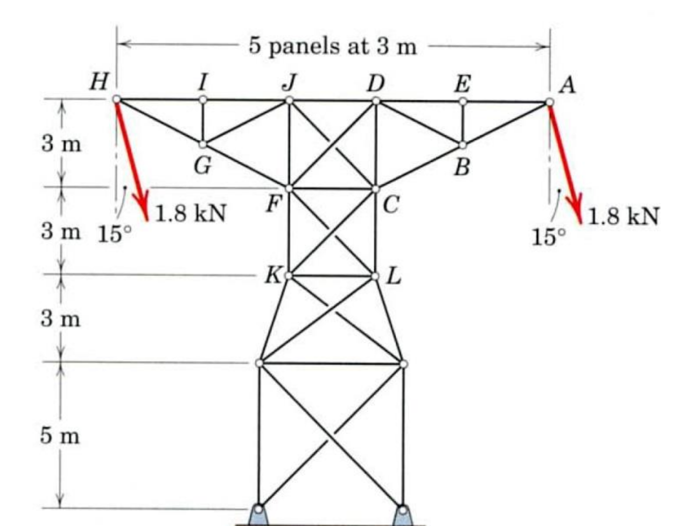


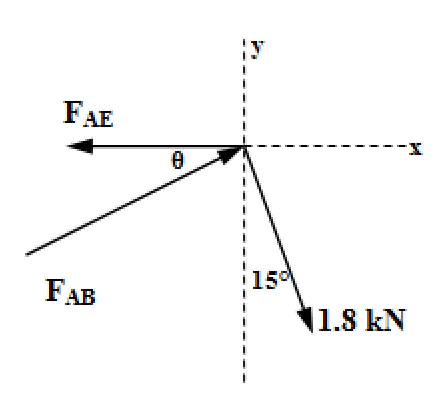
$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{11.67}{15}\right) = 37.9°$$

$$\sum F_y = 0 \ ;-5 - 4.44 + F_{GI}\sin 37.9° = 0$$

$$F_{GI} = 15.38 \ tons \ (\text{شد})$$

26-4 في برج الاتصالات المبين في الشكل، تم تصميم الأجزاء العرضية منه على اساس أسناد قوى الشد فقط. تم تحميله بقوتين مقدار كل منهما 1.8 kN في المستوي العمودي، أحسب القوى التي ستنتج في الأجزاء AB و DB و CD ؟





الحل:

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{1}{2}\right) = 26.6°$$

الوصلة A:

$$\sum F_y = 0 \; ; -F_{AB}\sin 26.6° - 1.8\cos 15° = 0$$

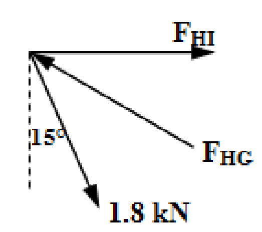
$F_{AB} = 3.89\ kN$ (إنضغاط)

$$\sum F_x = 0 \; ; F_{AE} = 1.8\sin 15° + 3.89\cos 26.6° = 0$$

$F_{AE} = 3.94\ kN$ (شد)

الوصلة E:

من هذه الوصلة نستنتج بأن F_{EB} تساوي صفراً.

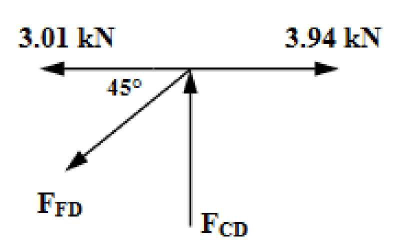


الوصلة B:

$\sum F_y = 0 \; ; \therefore \; F_{DB} = 0$

$\therefore F_{CB} = 3.89\ kN$ (شد)

بدون الخطوط القطرية فان FD سيكون في حالة شد و $F_{CJ} = 0$



الوصلة H:

$$\sum F_y = 0 \; ; F_{HG}\sin 26.6° - 1.8\cos 15° = 0$$

$\therefore F_{HG} = 3.89\ kN$ (إنضغاط)

$$\sum F_x = 0 \; ; F_{HI} + 1.8\sin 15° - 3.89\cos 26.6° = 0$$

$\therefore F_{HI} = 3.01\ kN$ (شد)

مع $F_{IG} = F_{GJ} = F_{JC} = 0$ ، $F_{JD} = F_{HI}$

3.01 kN 3.94 kN 45° F_{FD} F_{CD}

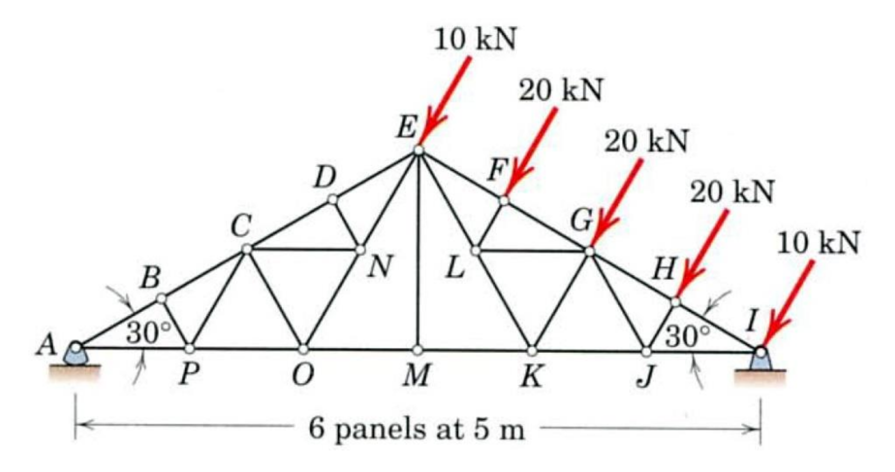
الوصلة D:

$$\sum F_x = 0 \; ; F_{FD}\cos 45° + 3.01 = 3.94$$

$\therefore F_{FD} = 1.318\ kN$ (شد)

$\sum F_y = 0 \; ; F_{CD} = 1.318\sin 45° = 0.932\ kN$ (إنضغاط)

27-4 أوجد القوى المؤثرة على الأجزاء EF، KL ، و GL في الجملون المبين في الشكل.



الحل:

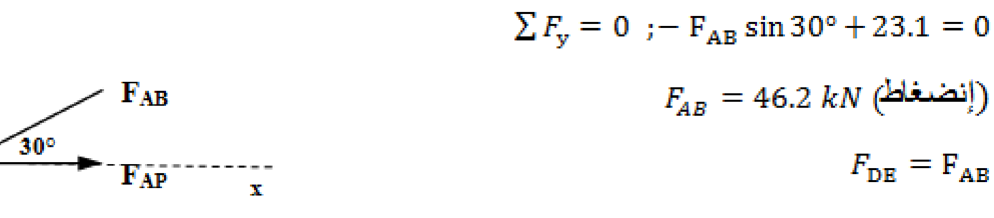
للجملون ككل:

$$\sum M_I = 0 \ : \ \ 30F_A - \cos 30° [20(5+10+15) + 10(20)] = 0$$

$$F_A = 23.1$$

القوى في الأجزاء BP، PC، DN، CN، CO، ON، NE، EM نلاحظ بأنها تساوي صفراً.

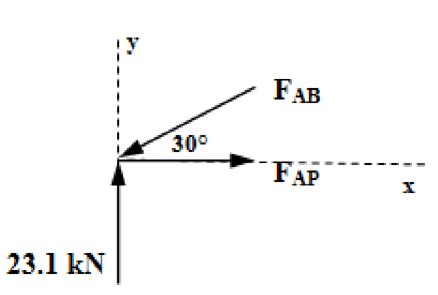
<u>الوصلة A:</u>



$$\sum F_y = 0 \ ; - F_{AB} \sin 30° + 23.1 = 0$$

$$F_{AB} = 46.2 \ kN \ (\text{إنضغاط})$$

$$F_{DE} = F_{AB}$$



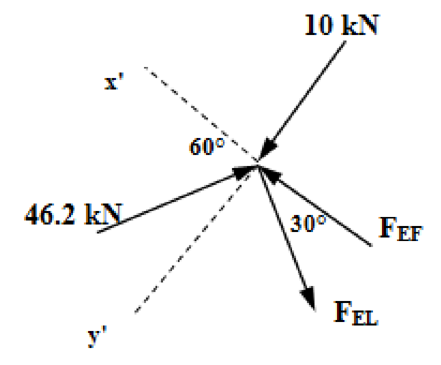
<u>الوصلة E:</u>

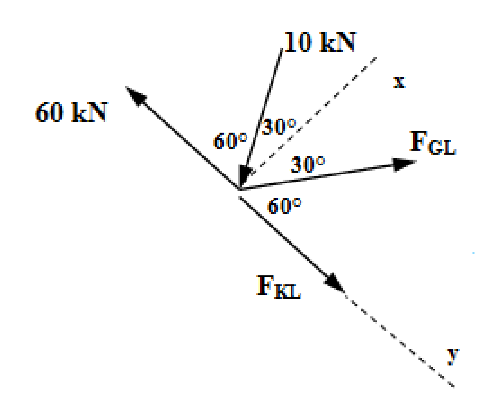
$$\sum F_{y'} = 0 \ ; \ F_{EL} \sin 30° + 10 - 42.2 \ \sin 60° = 0$$

$$\therefore F_{EL} = 60 \ kN \ (\text{شد})$$

$$\sum F_{x'} = 0 \ ; \ F_{EF} \sin 30° + 10 - 42.2 \ \sin 60° = 0$$

$$F_{EF} = 75.1 \ kN \ (\text{إنضغاط})$$





الوصلة E:

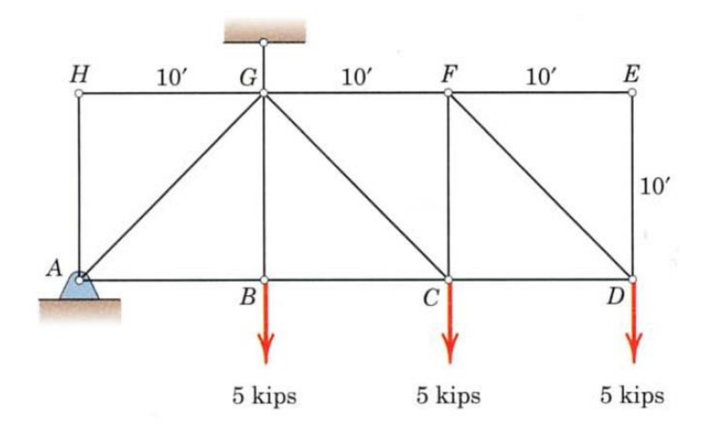
$\sum F_x = 0 \;;\; -20\cos 30° + F_{GL}\cos 20° = 0$

$\therefore F_{GL} = 20\ kN$ (شد)

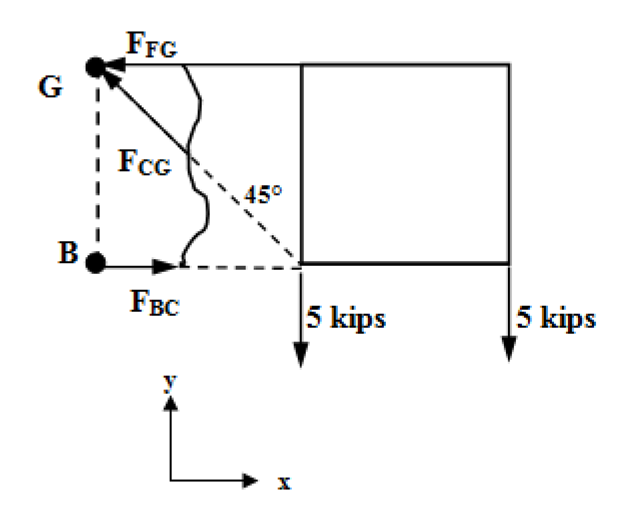
$\sum F_y = 0 \;;\; F_{KL} - 60 + 20\cos 60° + 20\ \cos 60° = 0$

$\therefore F_{KL} = 20\ kN$ (شد)

28-4 أوجد القوة المؤثرة على الجزء CG.



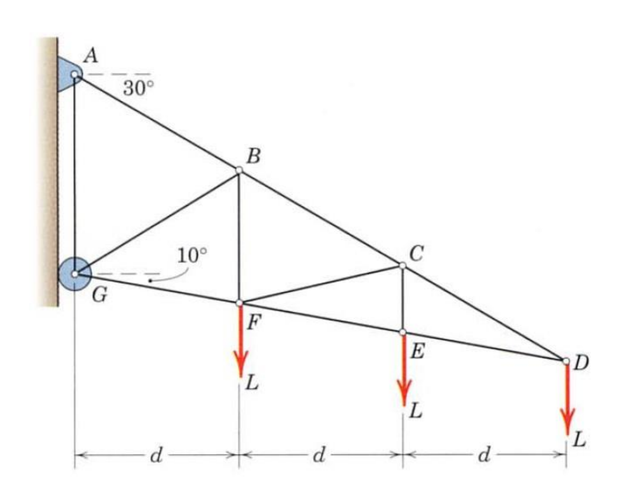
الحل:



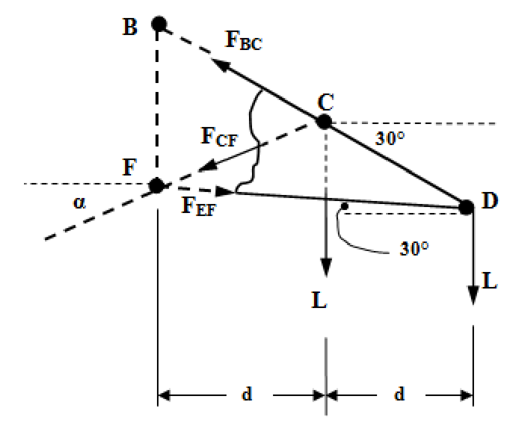
$\sum F_y = 0 \;;\; F_{CG}\sin 45° - 5 - 5 = 0$

$\therefore F_{CG} = 14.14\ kips$ (شد)

29-4 أوجد القوى المؤثرة على الأجزاء BC و CF و EF في الجملون المبين في الشكل.



الحل:



$$\overline{CE} = \mathrm{d}\ \tan 30° - \mathrm{d}\ \tan 10° = 0.401\ \mathrm{d}$$

$$\overline{BF} = 2\ \overline{CE} = 0.802\ d$$

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{0.401\ d - d\tan 10°}{d}\right) = 12.66°$$

$$\sum M_C = 0\ ;\ -L\ d + F_{EF}\cos 10°(0.401\ d) = 0$$

$F_{EF} = 2.53L$ (إنضغاط)

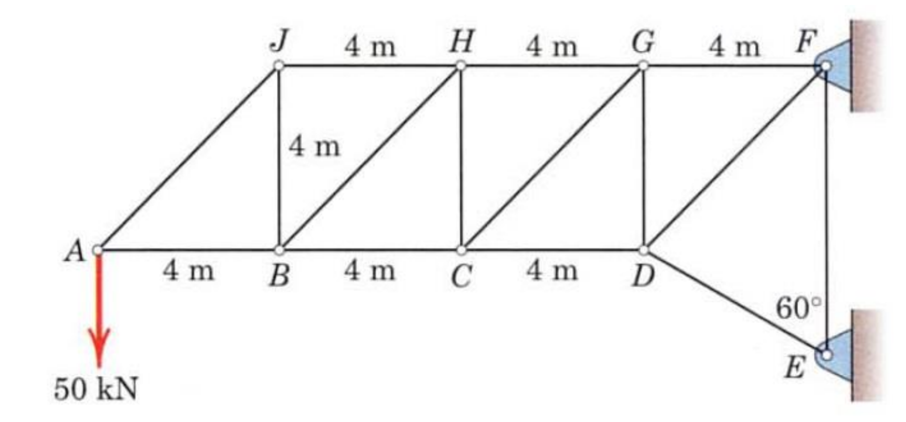
$$\sum M_F = 0\ ;\ -L\ d - L(2d) + F_{BC}\cos 30°(0.802\ d) = 0$$

$\therefore F_BC = 4.32L$ (شد)

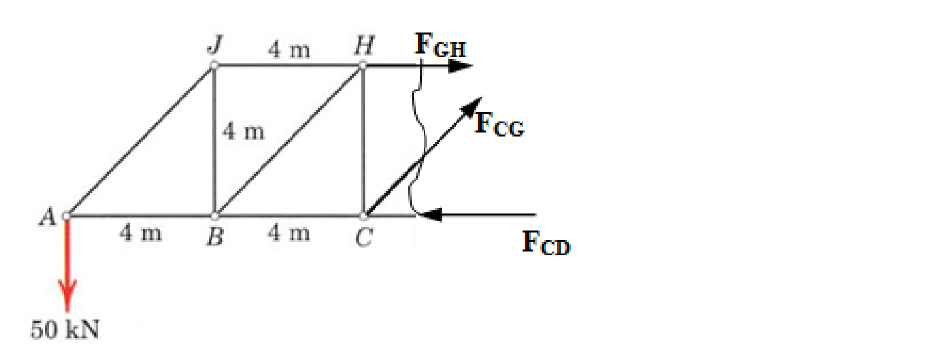
$$\sum M_D = 0\ ;\ L\ d + F_{CF}\cos 12.66°(d\tan 30°) + F_{CF}\sin 12.66°(d) = 0$$

$F_{EF} = 1.278L$ (إنضغاط)

<u>30-4</u> أوجد القوى المؤثرة على الجزئين GH و CG في الجملون المعرض للقوى المبينة في الشكل. هل تؤثر المساند الغير محددة أستاتيكياً على حساباتك؟



الحل:

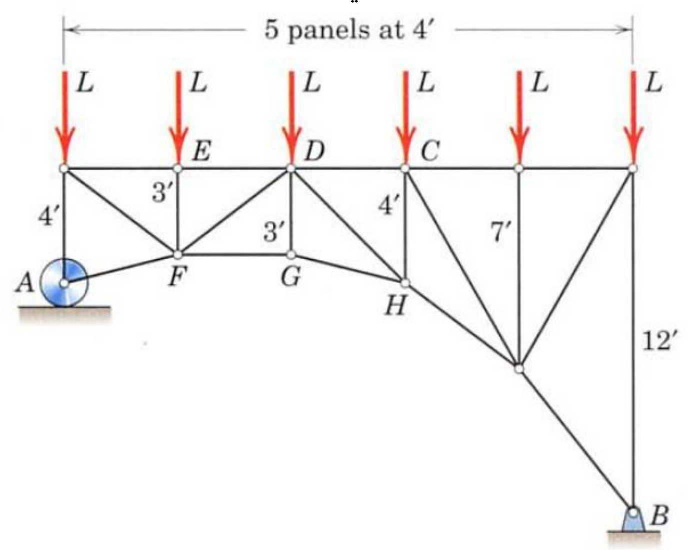


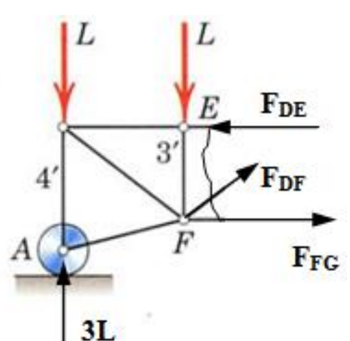
$\sum F_y = 0\ ;\ F_{CG}\sin 45° - 50 = 0 :\quad F_{CG} = 70.7\ \text{kN}$ (شد)

$\sum M_C = 0\ ;\ F_{GH}(4) - 50(8) = 0 ;\quad F_{GH} = 100\ kN$ (انضغاط)

جميع الأجزاء فيما عدا EF هي غير محددة أستاتيكياً، لذلك فان الحل السابق سوف لن يتأثر بالمساند.

31-4 أوجد القوى المؤثرة على الجزء DG في الجملون المعرض للقوى المبينة في الشكل.



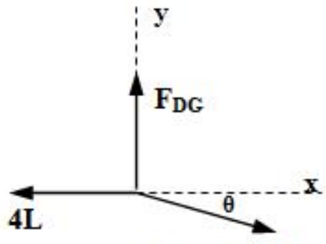


الحل:

للجملون ككل، سنستنتج بأن :

$F_A = F_B = 3L$

$\sum M_C = 0 \; ; \; F_{FG}(3) + L(4+8) - 3L(8) = 0 \; ; \quad F_{FG} = 4L$ (شد)



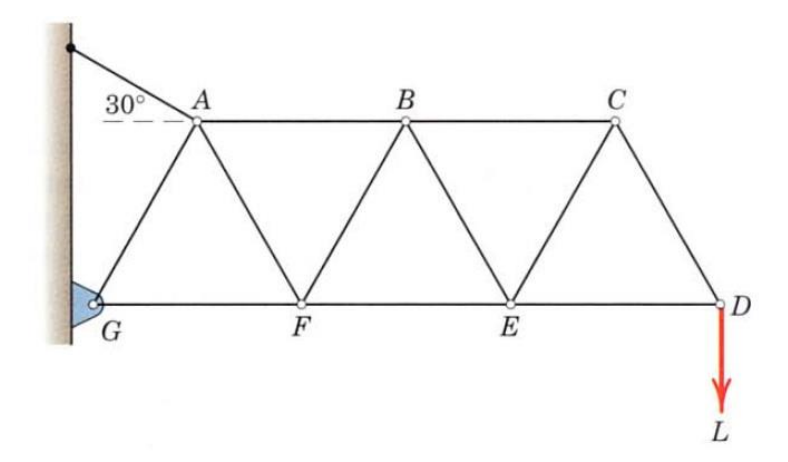
الوصلة G:

$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{1}{4}\right) = 14.04°$

$\sum F_x = 0 \; ; -4L + F_{GH} \cos 14.04° = 0 \; ; \quad F_{GH} = 4.12L$ (شد)

$\sum F_y = 0 \; ; F_{DG} - 4.12L \sin 14.04° = 0 \; ; \quad F_{DG} = 1L$ (شد)

32-4 أوجد القوى المؤثرة على الأجزاء BC، BE، و BF. المثلثات الموجودة ضمن الجملون هي مثلثات متساوية الأضلاع.



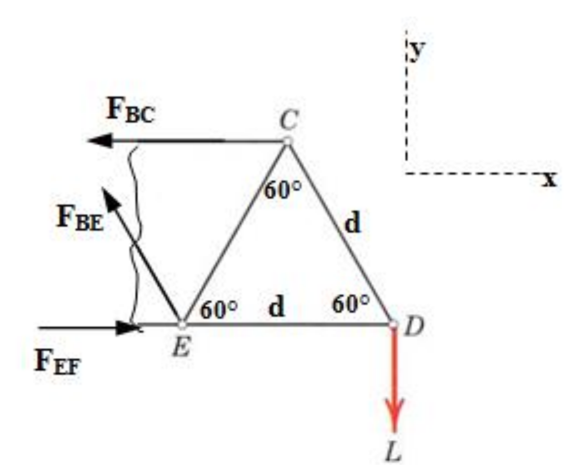
الحل:

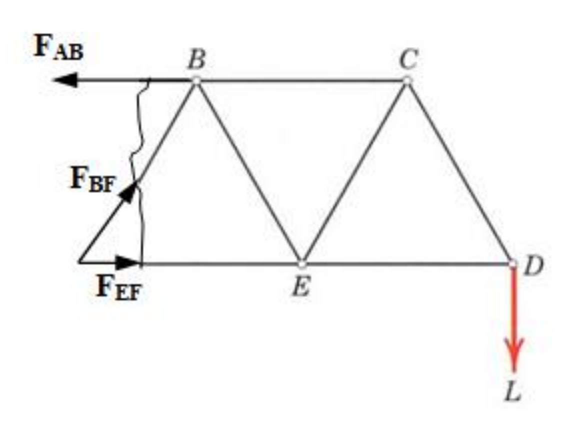
$\sum F_y = 0\ ;\ \mathrm{F_{BE}}\ \sin 60° - \mathrm{L} = 0$

$F_{BE} = \frac{2L}{\sqrt{3}}$ (شد)

$\sum M_E = 0\ ;\ \mathrm{F_{BC}}(\mathrm{d}\ \cos 30°) - \mathrm{Ld} = 0$

$F_{BC} = \frac{2L}{\sqrt{3}}$ (شد)

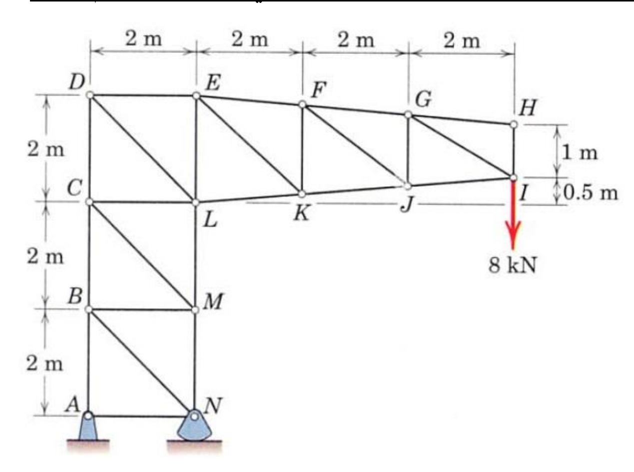




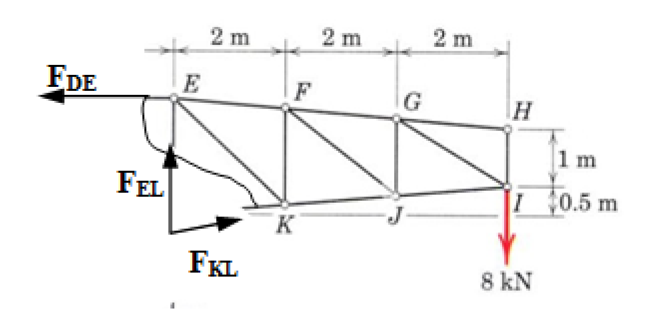
$\sum F_y = 0\ ;\ \mathrm{F_{BF}}\ \sin 60° - \mathrm{L} = 0$

$F_{BF} = \frac{2L}{\sqrt{3}}$ (إنضغاط)

<u>33-4</u> أوجد القوى المؤثرة على الجزئين DE و DL.



الحل:



$\sum M_L = 0 \;;\; F_{DE}(2) - 8(6) = 0$

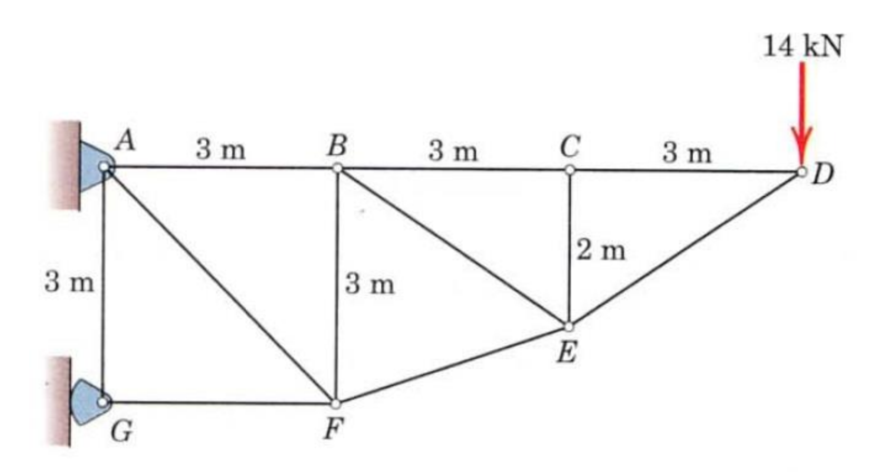
$F_{DE} = 24\ kN$ (شد)

<u>الوصلة D:</u>

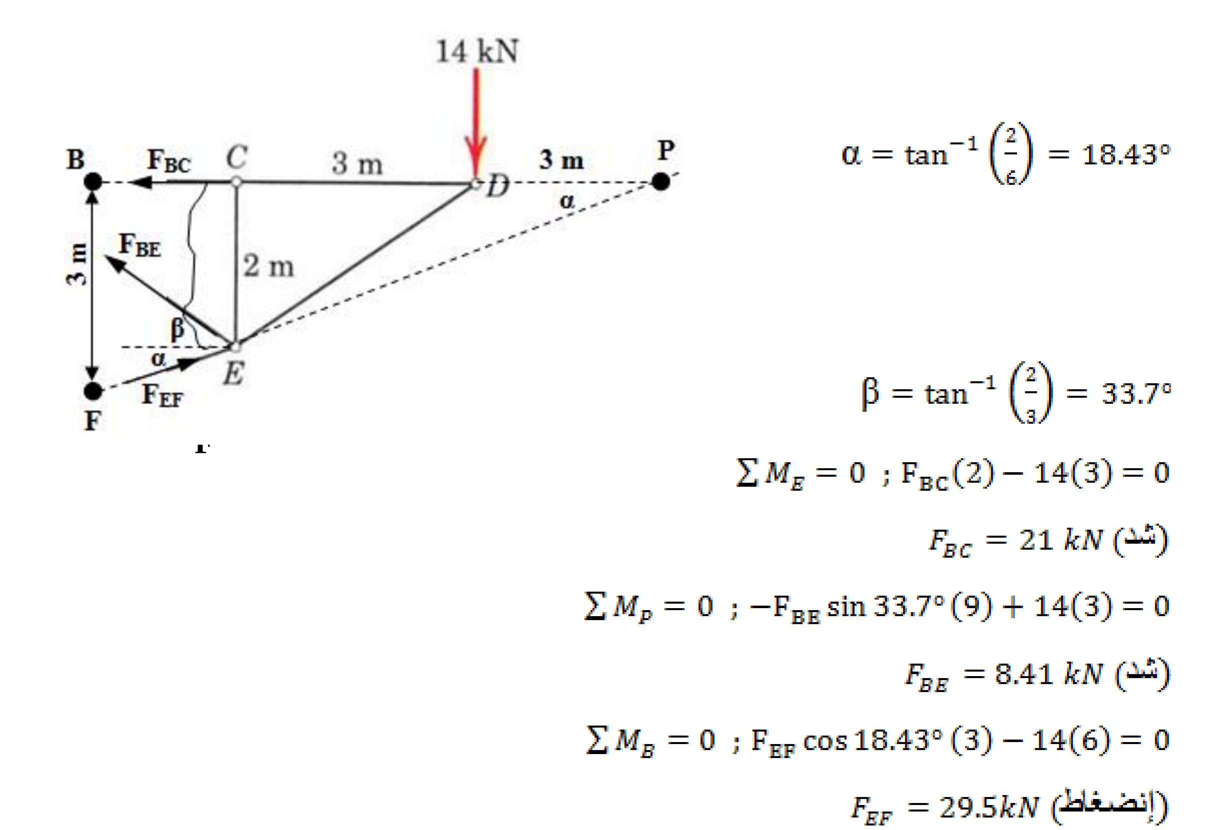
$\sum F_x = 0 \;;\; 24 - F_{DL}\cos 45° = 0$

$F_{DL} = 33.9 kN$ (إنضغاط)

34-4 أحسب القوى المؤثرة على الأجزاء BC ، BE، و EF. حل كل قوة من معادلة الاتزان التي تحتوي على القوة المجهولة.



الحل:



$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{2}{6}\right) = 18.43°$$

$$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{2}{3}\right) = 33.7°$$

$$\sum M_E = 0 \;;\; F_{BC}(2) - 14(3) = 0$$

$$F_{BC} = 21\ kN\ (\text{شد})$$

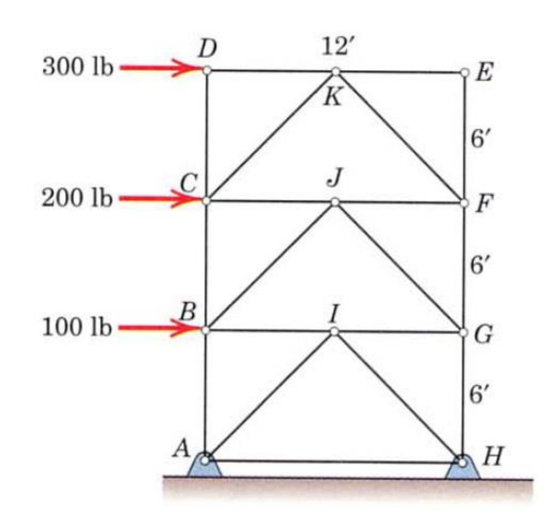
$$\sum M_P = 0 \;;\; -F_{BE}\sin 33.7°(9) + 14(3) = 0$$

$$F_{BE} = 8.41\ kN\ (\text{شد})$$

$$\sum M_B = 0 \;;\; F_{EF}\cos 18.43°(3) - 14(6) = 0$$

$$F_{EF} = 29.5 kN\ (\text{إنضغاط})$$

35-4 أوجد القوى المؤثرة على الجزئين BC و FG في الجملون المتماثل هندسياً والمحمل بالقوى المبينة في الشكل. بين ان الحسابات يمكن انجازها باستخدام مقطع واحد ومعادلتين، حيث تتضمن كل منها مجهول أو مجهولين. هل تتأثر النتائج بحسابات المساند الغير محددة أستاتيكياً عند القاعدة.



الحل:

$$\sum M_C = 0 \; ; -300(6) + F_{FG}(12) = 0$$

$F_{EF} = 150\ lb$ (إنضغاط)

$$\sum M_F = 0 \; ; -300(6) + F_{BC}(12) = 0$$

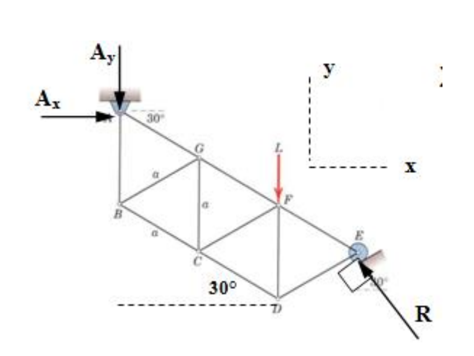
$F_{BC} = 150\ lb$ (شد)

36-4 الجملون المبين في الشكل يتألف من مثلثات متساوية الأضلاع طول ضلع كل منها (a) ومستند ومحمل بالقوى المبينة. أوجد القوى المؤثرة على الجزئين BC و CG.

الحل:

$\sum M_A = 0$; $L(2a\cos 30°) - R(3a\sin 30°) = 0$

$R = \frac{2L}{\sqrt{3}}$

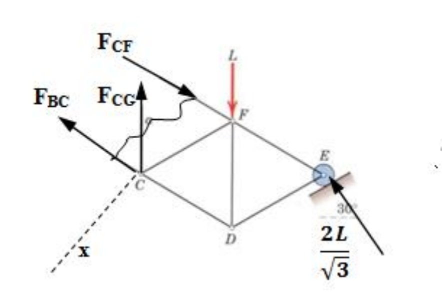


$\sum M_A = 0$; $La\cos 30° + F_{BC}\, a\cos 30° + \frac{2L}{\sqrt{3}}\sin 30° = 0$

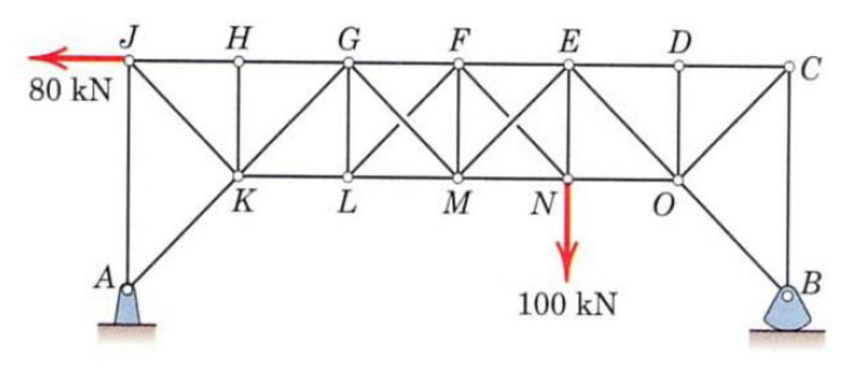
$F_{BC} = L/3$ (شد)

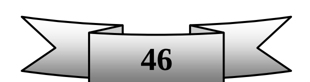
$\sum F_x = 0$; $F_{CG}\cos 30° - L\cos 30° + \frac{2L}{\sqrt{3}}\sin 30° = 0$

$F_{CG} = L/3$ (شد)

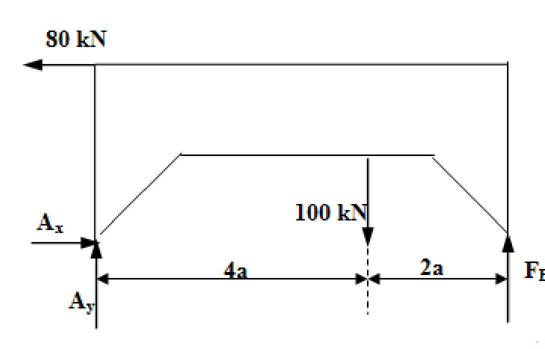


37-4 الجملون المبين في الشكل يتألف من مجموعة مثلثات قائمين الزوايا و يتألف كل واحد منهم بزاويتين °45. الأجزاء القطرية المتقاطعة في المركز هي دعامتين غير قادرتين على إسناد القوى الإنضعاطية. للحفاظ على الدعامتين في وضع الشد أحسب مقدار الشد فيهما. كذلك أوجد القوى المؤثرة على الجزء MN.





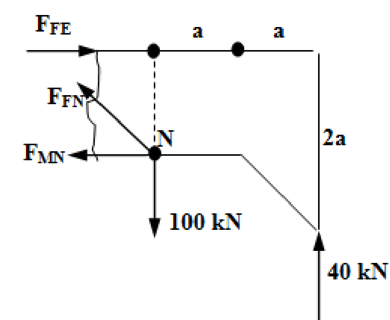
الحل:



$$\sum M_A = 0 \;;\; F_B(60) - 100(4a) + 80(2a) = 0$$

$$F_B = 40\ kN \text{ (شد)}$$

للمقطع المبين في الشكل:



$$\sum F_y = 0 \;;\frac{F_{FN}}{\sqrt{2}} + 40 - 100 = 0$$

$$F_{FN} = 84.8\ kN \text{ (شد)}$$

$$\sum M_E = 0 \;;\; 40\,(2a) - 84.\left(\frac{a}{\sqrt{2}}\right) - F_{MN}(a) = 0$$

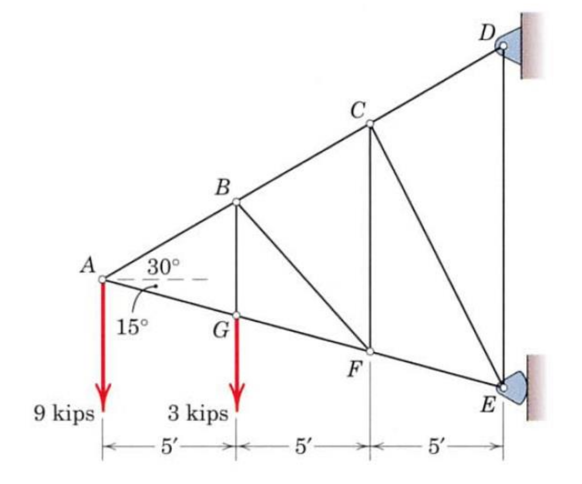
$$F_{MN} = 20\ kN \text{ (شد)}$$

في المقاطع خلال GF و LM ، فان المعادلة :

$\sum F_y = 0$ ستعطي النتائج التالية:

$$F_{GM} = 84.4\ kN \text{ (شد)}$$

<u>38-4</u> أوجد القوى المؤثرة على الجزء BF.



الحل:

$$\alpha = \tan^{-1}\left[\frac{5\ \tan 30° + 2(5\tan 15°)}{5}\right]$$

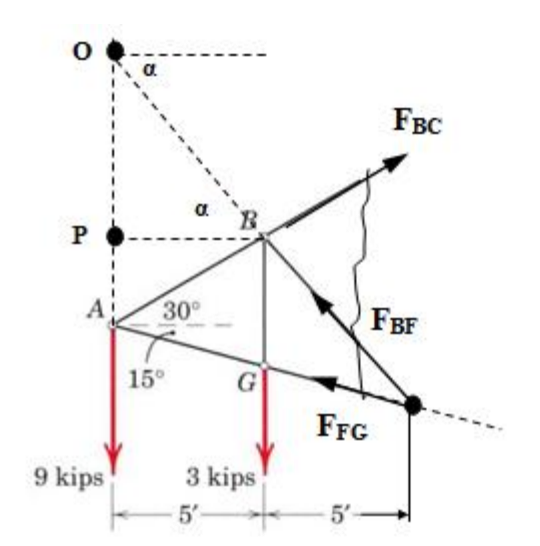
$$\alpha = 48.1°$$

$$\overline{AO} = \overline{AP} + \overline{PO}$$

$$\overline{AO} = \overline{AP} + \overline{PB}\tan 48.1$$



$$\overline{AO} = 5\tan 30° + 5\tan 48.1$$

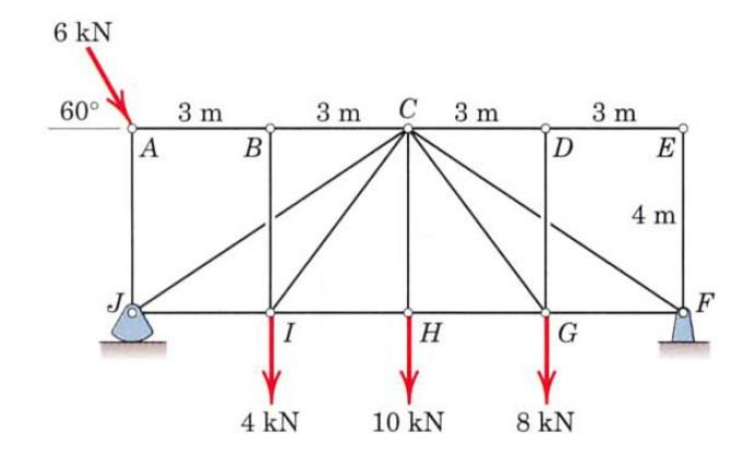


$$\overline{AO} = 8.45'$$

$$\sum M_A = 0 \;;\; F_{BF}\cos 48.1°(\overline{AO}) - 3(5) = 0$$

$F_{BF} = 2.66\ kips$ (إنضغاط)

39-4 الجزئين CJ و CF في الجملون المحمّل و المبين في الشكل لا يتصلان بالجزئين BI و DG . أحسب القوى المؤثرة على الأجزاء BC، CJ ، CI ، و HI.



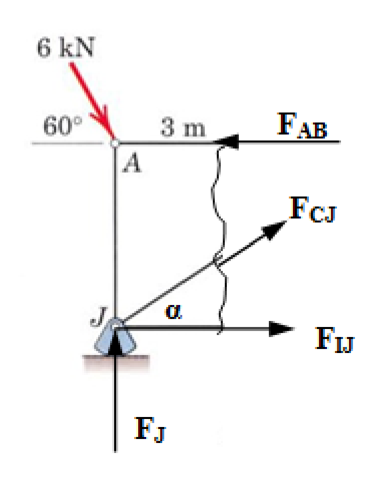
الحل:

من الجملون بالكامل ومن المعادلة:

$$\sum M_F = 0, \quad F_J(12) - 4(9) - 10(6) - 8(3) - 6\sin 60°(12) + 6\cos 60°(4) = 0$$

$$F_J = 14.20\ kN$$

المقطع الأول:



$$\sum F_y = 0 \;; 14.20 - 6\sin 60° + F_{CJ}\sin\alpha$$

حيث أن α تساوي:

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{4}{6}\right) = 33.7°$$

$$\therefore F_{CJ} = -166.22\ kN \text{ (إنضغاط)}$$

المقطع الثاني:

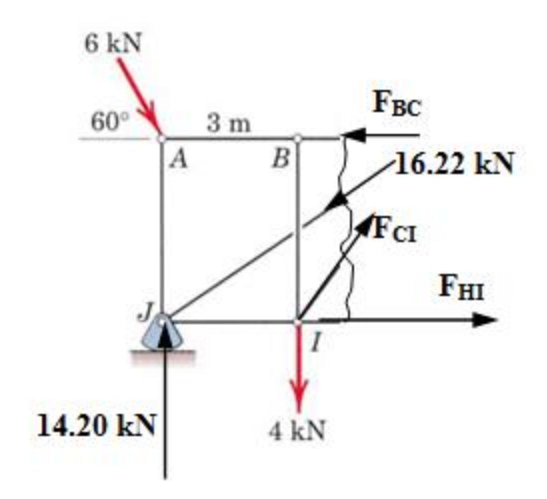
$$\sum F_y = 0 \;; -6\sin 60° + 14.20 - 4 - 16.22\sin 33.7° + F_{CI}\left(\frac{4}{5}\right) = 0$$

$$\therefore F_{CI} = 5.0\ kN \text{ (شد)}$$

$$\sum M_C = 0, \quad (6\sin 60°)6 - (14.20)6 + 4(3) + F_{HI} = 0$$

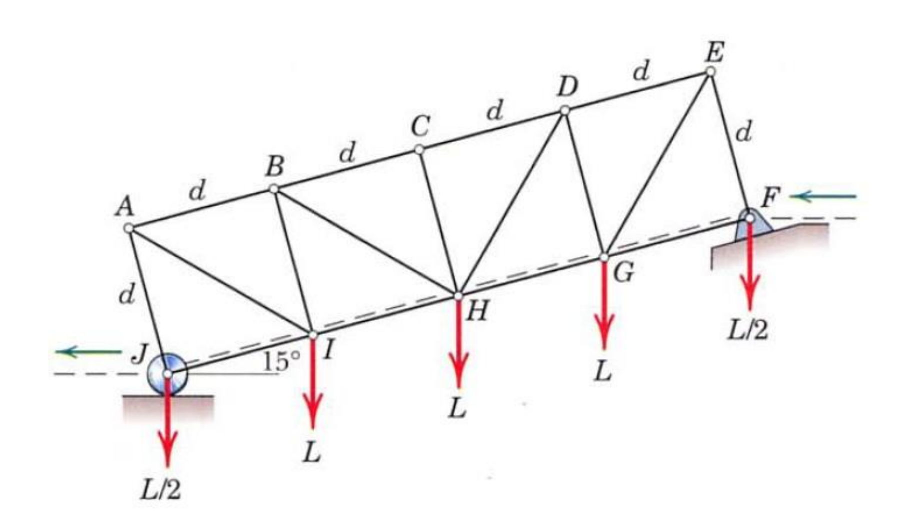
$$\therefore F_{HI} = 10.50\ kN \text{ (شد)}$$

$$\sum F_x = 0 \;; 6\cos 60° - 16\cos 33.7° + 5\left(\frac{3}{5}\right) + 10.5 - F_{BC} = 0$$



$$\therefore F_{BC} = 3.00\ kN \text{ (إنضغاط)}$$

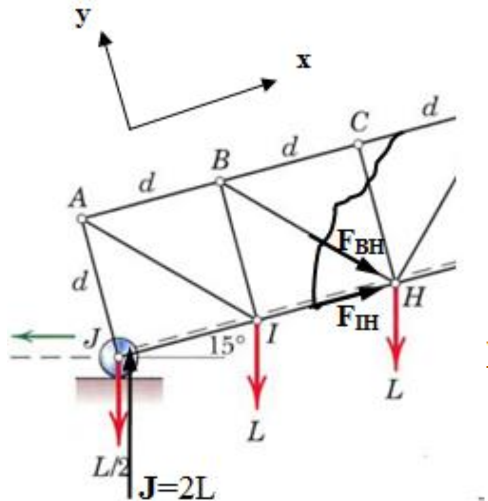
40-4 الجملون المبين في الشكل يسند التعلية (المبينة بالخطوط المنقطة) والتي تمتد من المسند الثابت قرب النقطة F الى غاية المسند J. الحمل المبين في الشكل يمثل وزن التعلية. أوجد القوى المؤثرة على الجزئين BH و CD.



الحل:

من الجملون ككل نحصل على ما يلي:

$F_x = 0 \quad \& \; J_y = F_y = 2L \uparrow$



بفحص الوصلة C سنحصل على:

$$\sum F_y = 0 \;;F_{BH} \sin 45° + \left[2L - \frac{L}{2} - L\right] \cos 15° = 0$$

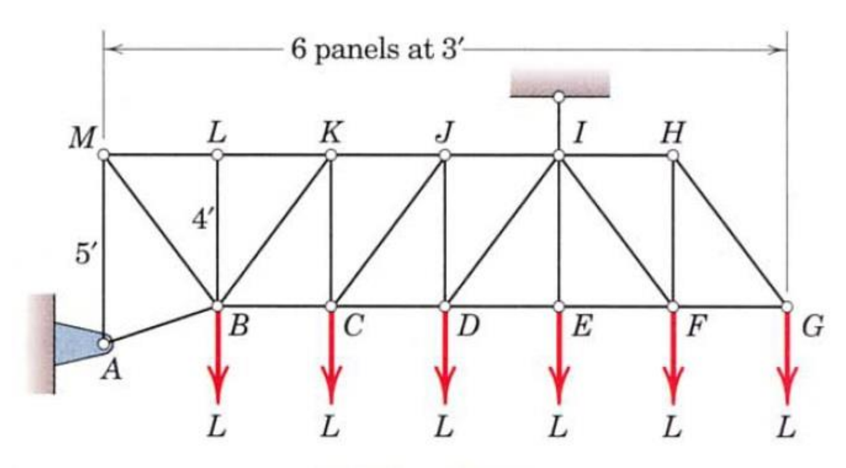
$\therefore F_{BH} = 0.683L$ (شد)

$$\sum M_H = 0, \quad \left(\frac{L}{2} - 2L\right)(2d\cos 15°) + L(d\cos 15°) - F_{CD}(d) = 0$$

$\therefore F_{CD} = -1.932L$

$\therefore F_{BH} = 0.683L$ (إنضغاط)

41-4 أوجد القوى المؤثرة على الأجزاء CD ، CJ، و DJ.

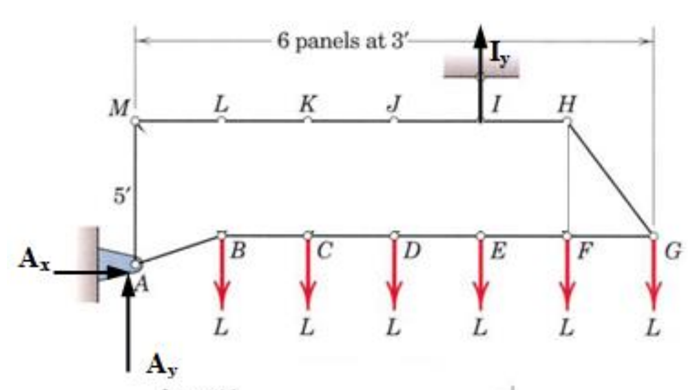


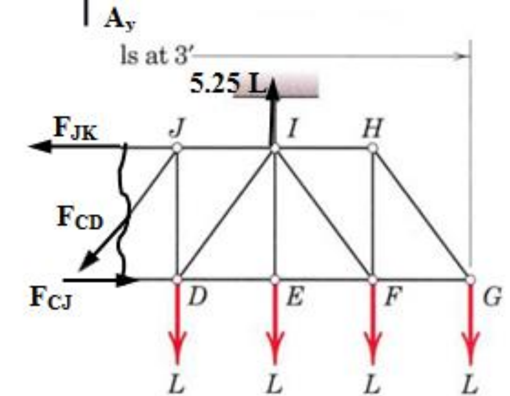
الحل:

للجملون ككل:

$$\sum M_A = 0, \quad I_y(12) - L(3+6+12+15+18) = 0$$

$$\therefore I_y = 5.25L$$





المقطع الأول:

$\sum F_y = 0;\ 5.25L - 4L - F_{CJ}\,(4/5) = 0$

$$\therefore F_{CJ} = 1.562L \ (\text{شد})$$

$$\sum M_J = 0,$$

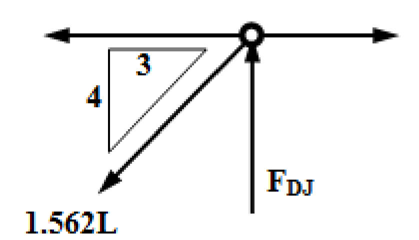
$F_{CD}\,(4) + 5.25\,L\,(3) - L\,(3+6+9) = 0$

$$\therefore F_{CD} = 0.562L \ (\text{إنضغاط})$$

من المعادلة

$$\sum F_x = 0\ ;\ F_{JK} = 0.562\ L \ (\text{شد})$$

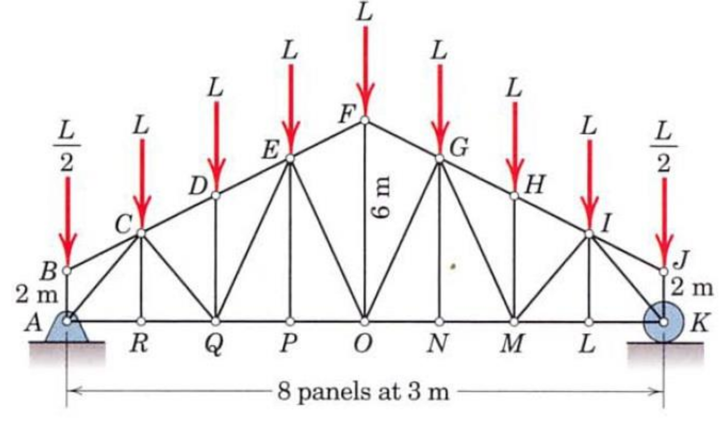
للوصلة J:



$$\sum F_y = 0\ ; F_{DJ} - 1.562L\left(\frac{4}{5}\right) = 0$$

$$\therefore\ F_{DJ} = 1.250L$$ (إنضغاط)

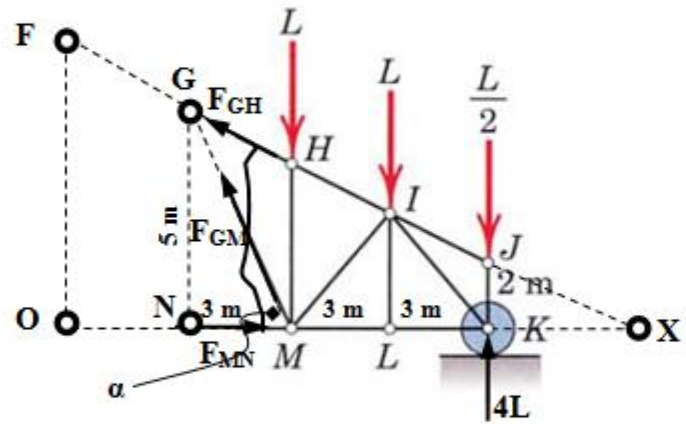
42-4 أحسب القوة المؤثرة على الجزء GM في الجملون المحمّل والمبين في الشكل.



الحل:

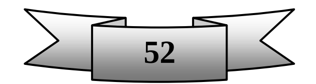
من الجملون ككل نستطيع أيجاد ردود الأفعال عند A و K هما 4L واتجاههما الى الأعلى.

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{5}{3}\right) = 59.0°$$

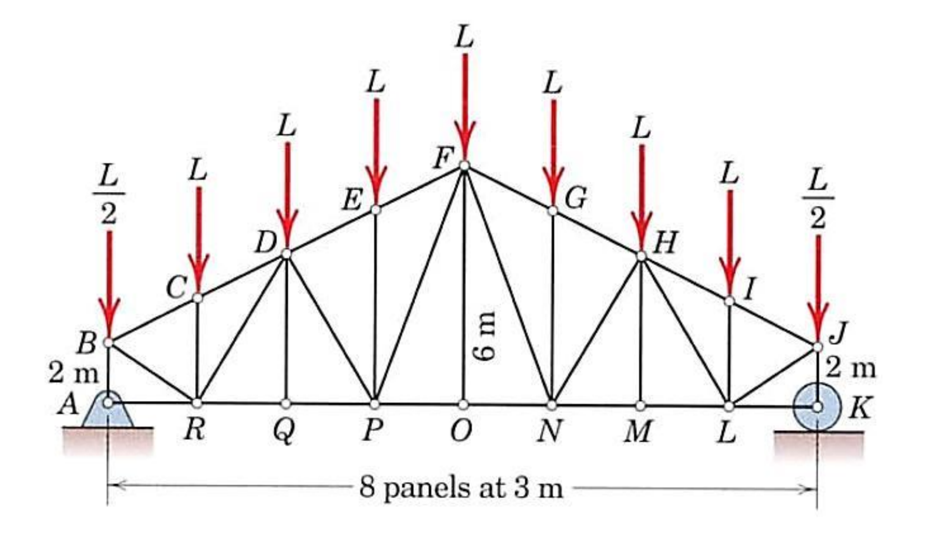


$$\sum M_x = 0,\quad \left(\frac{L}{2} - 4L\right)(6) + L(9) - L(12) - F_{GM}\sin 59°(12) = 0$$

$$F_{GM} = 0$$



43-4 أحسب القوة المؤثرة على الجزء HN في الجملون المحمل والمبين في الشكل. قارن بين إجابتك هذه والإجابة في المسألة 4-42.



الحل:

من الجملون كله نستنتج بأن:

ردود الأفعال عند A و K هما 4L واتجاههما الى الأعلى.

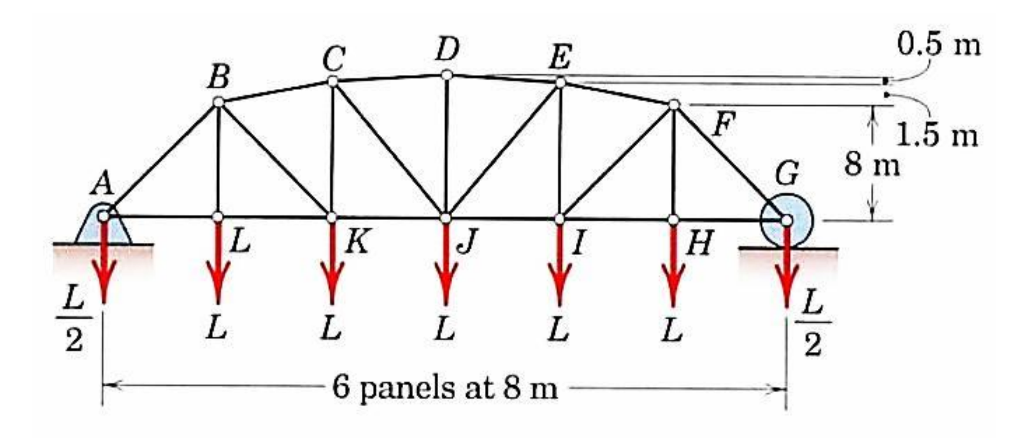


$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{4}{3}\right) = 53.1°$$

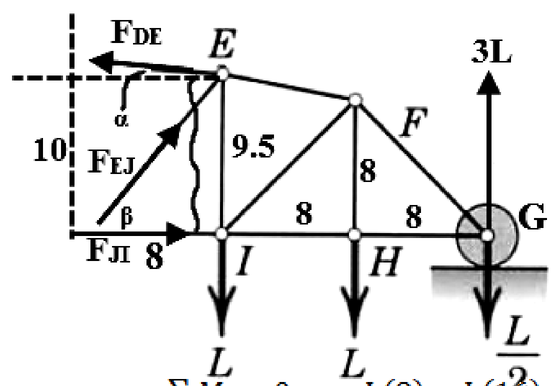
$$\circlearrowleft \sum M_x = 0, \quad \left(\frac{L}{2} - 4L\right)(6) + L(9) + L(12) - F_{HN}\sin 53.1°(15) = 0$$

$$F_{HN} = 0$$

44-4 أوجد القوة المؤثرة على الجزئين DJ و EJ في الجملون المُحمّل بالقوى المبينة في الشكل.



الحل:



من شكل الجملون الكلي نستنتج بأن ردود الأفعال عند المرتكزين A و G هما 3L واتجاههما الى الأعلى.

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{0.5}{8}\right) = 3.58°$$

$$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{9.5}{8}\right) = 49.9°$$

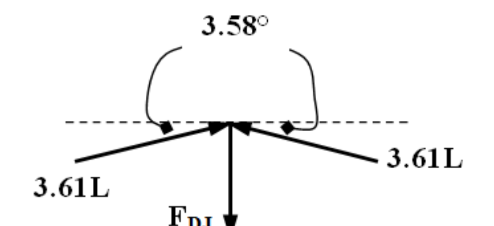
$$\sum M_J = 0\,, \quad -L(8) - L(16) - \left(\frac{L}{2}\right)(24) + 3L(24) + F_{DE}\cos 3.58°\,(10) = 0$$

$$F_{DE} = -3.61L$$

$$\sum F_x = 0\ ;\ -3.61L\sin 3.58° - \left(\frac{5}{2}\right)L + 3L + F_{EJ}\sin 49.9° = 0$$

$F_{EJ} = -0.36L$ او $F_{EJ} = 0.36L$ (شد)

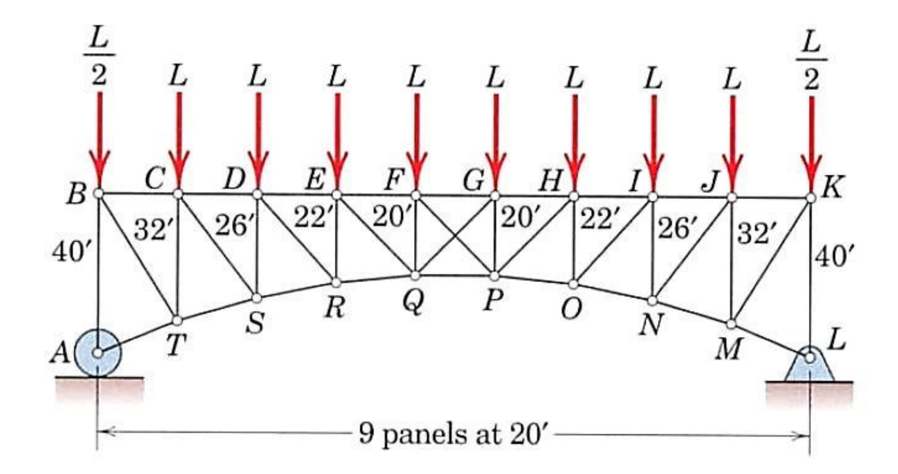
الوصلة D: (باستخدام التماثل الهندسي)



$$\sum F_x = 0\ ;\ 2(3.61\,L\sin 3.58°) - F_{DJ} = 0$$

$F_{DE} = 0.45L$ (شد)

45-4 أوجد القوة المؤثرة على الجزء HP في الجملون المُحمّل بالقوى والمبين في الشكل. الجزأين FP و GQ هما تقاطعان لا يحدث بينهما تماس وغير قابلين لإسناد قوى إنضغاطية.



الحل:

من شكل الجملون الكلي نستنتج بأن ردود الأفعال عند المرتكزين A و G هما 4.5L واتجاههما الى الأعلى.

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{20}{20}\right) = 45°$$

$$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{2}{20}\right) = 5.71°$$

$$\sum M_H = 0\ , \quad -\mathrm{L}(20) - \mathrm{L}(40) - \left(\frac{\mathrm{L}}{2}\right)(60) + 4.5\mathrm{L}(60) - \mathrm{F_{OP}}\cos 5.71°\,(22) = 0$$

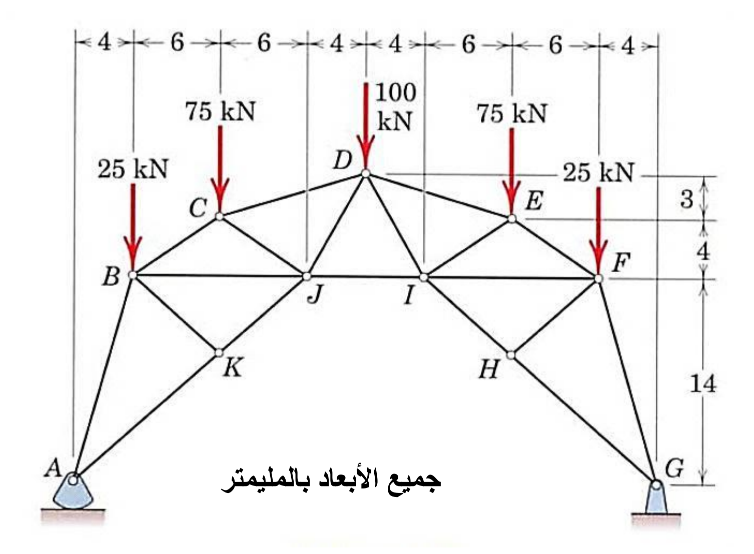
$$F_{EJ} = 8.22L \quad (\text{شد})$$

$$\sum F_x = 0\ ;\ -3.5L + 4.5L + 8.22L\sin 5.71° + F_{HP}\ \sin 45° = 0$$

$$F_{HP} = -2.57L$$

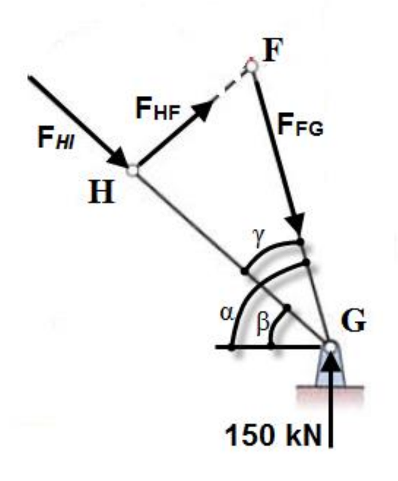
$$\rightarrow F_{HP} = 2.57L \quad (\text{شد})$$

4-46 أوجد القوى المؤثرة على الأجزاء DE ، EI، FI و HI في سقف الجملون المقوس.



الحل:

من التناظر في الشكل الهندسي للجملون نستنتج بأن:



$$F_A = F_G = 150 \text{ kN}$$

$$\sum M_F = 0 \quad ; \quad 150(4) + F_{HI}(7.902) = 0$$

$$F_{HI} = -75.9 \text{ kN} \text{ (شد)}$$

ملاحظة:

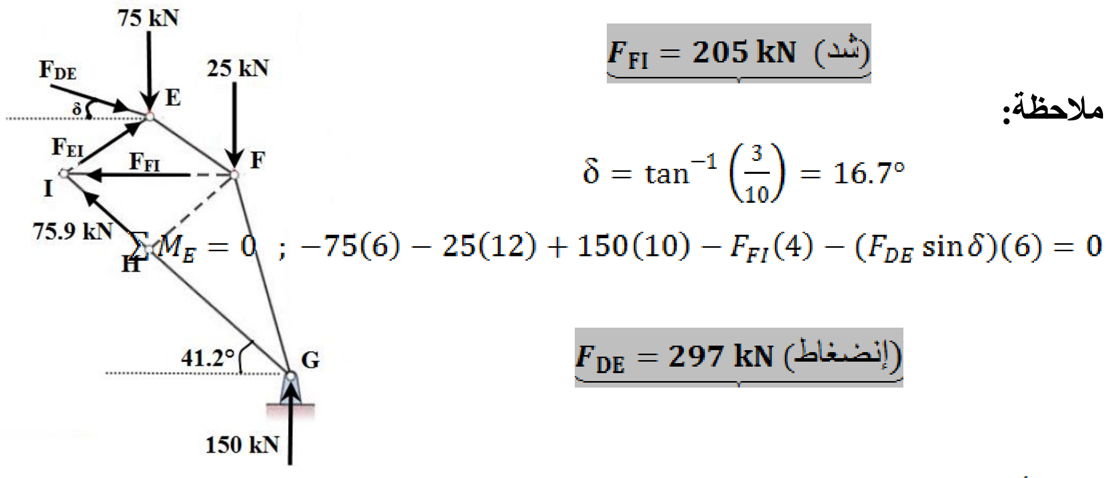
$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{14}{4}\right) = 74.1°$$

$$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{14}{16}\right) = 41.2° \quad ; \gamma = \alpha - \beta = 32.9°$$

ثم ان المسافة العمودية بين F_{HI} و F ستساوي:

$$d_{HI} = FG \ \sin\gamma = \sqrt{14^2 + 4^2} \ \sin 32.9° = 7.902 \ m$$

$$+\circlearrowleft \sum M_E = 0 \quad ; \ -25(6) + 150(10) - F_{FI}(4) - (75.9 \sin 41.2°)(6) - (75.9 \cos 41.2°)(4) = 0$$



$F_{\mathrm{FI}} = 205\ \mathbf{kN}$ (شد)

ملاحظة:

$$\delta = \tan^{-1}\left(\frac{3}{10}\right) = 16.7°$$

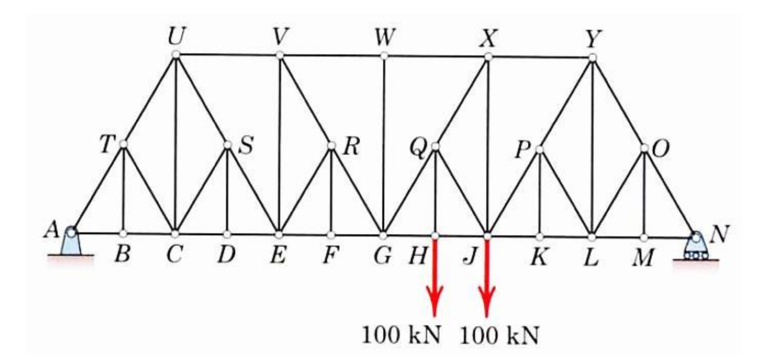
$$\sum M_E = 0 \;\; ; -75(6) - 25(12) + 150(10) - F_{FI}(4) - (F_{DE}\sin\delta)(6) = 0$$

$F_{\mathrm{DE}} = 297\ \mathbf{kN}$ (إنضغاط)

$$\sum F_y = 0;\ -75 - 25 + 150 - 297\sin 16.7° + 75.9\ \sin 41.2° + F_{EI}\frac{4}{\sqrt{52}} = 0$$

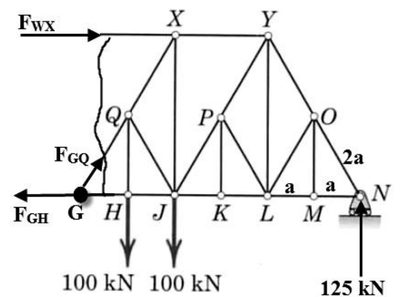
$F_{\mathrm{EI}} = -26.4\ \mathbf{kN}$ (شد)

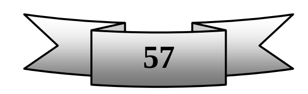
<u>4–47</u> أوجد القوة المؤثرة على الجزء JQ في جملون بالتيمور (Baltimore Trusses) حيث تكون الزوايا 30° , 60° ، 90° ، أو 120°.



الحل:

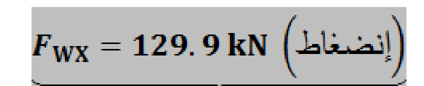
من الجملون كوحدة كاملة نستطيع إيجاد ردود الأفعال عند المرتكزات.



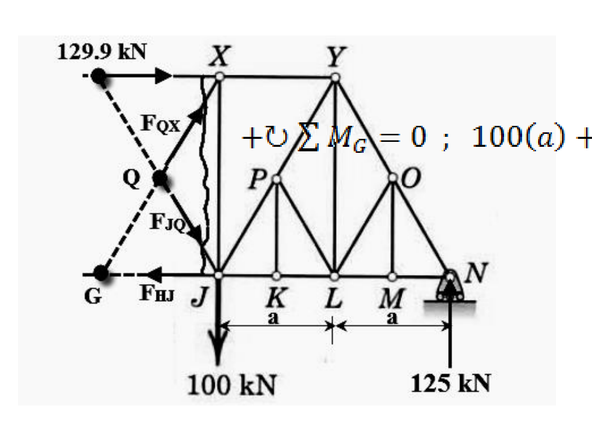


$$\sum M_A = 0 \,; N = 125\ kN$$

$$+\circlearrowleft \sum M_G = 0; 125(3a) - 100\left(\frac{3a}{2}\right) - F_{WX}\left(2a \times \frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 0$$

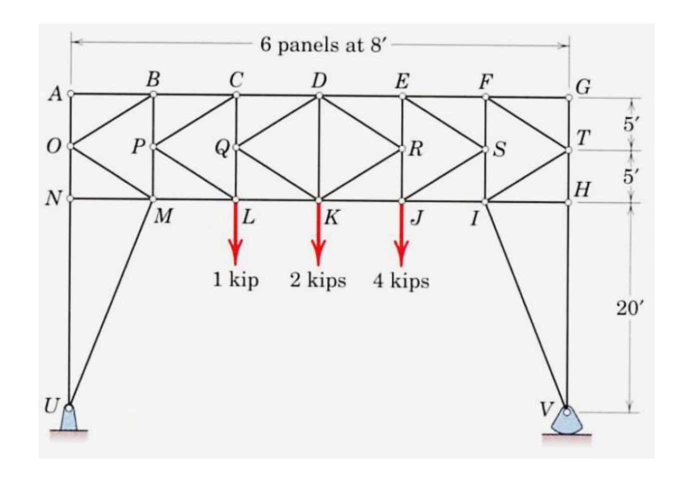


$$+\circlearrowleft \sum M_G = 0 \;;\; 100(a) + 129.9(a\sqrt{3}) + F_{JQ}\left(a \times \frac{\sqrt{3}}{2}\right) - 125(3a) = 0$$



$F_{JQ} = 57.7$ **kN** (إنضغاط)

4−48 أوجد القوة المؤثرة على الجزء DK في الجملون المبين في الشكل.



الحل:

من الجملون كوحدة كاملة نستطيع إيجاد ردود الأفعال عند المرتكزات:

V = 4kips

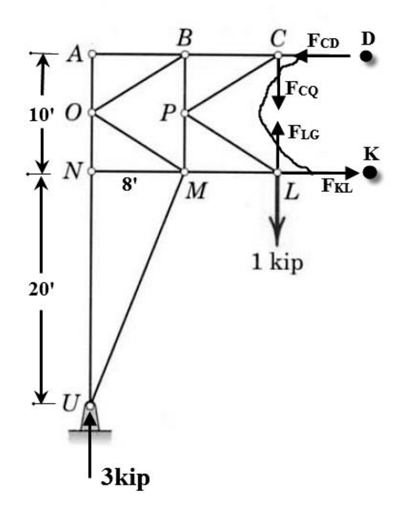
U = 3 kips

$$\sum M_C = 0 \;;\; F_{KL}(10) - 3(16) = 0$$

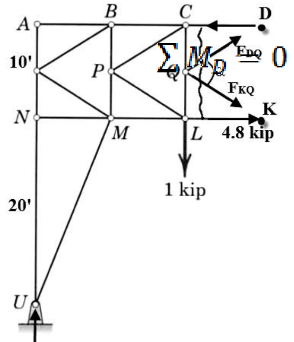
$F_{KL} = 4.8$ **kips** (شد)

$$\sum M_L = 0 \;;\; F_{CD}(10) - 3(16) = 0$$

$F_{CD} = 4.8\ kips$ (إنضغاط)



{من المقطع المماثل في الجهة اليمنى نستطيع إيجاد $F_{DE} = 6.4$ kips (إنضغاط)}



$$\sum M_Q = 0 \; ; \; -3(24) + 1(8) + F_{KQ}(\sqrt{8^2+5^2}\ \sin\alpha) + 4.8(10) = 0$$

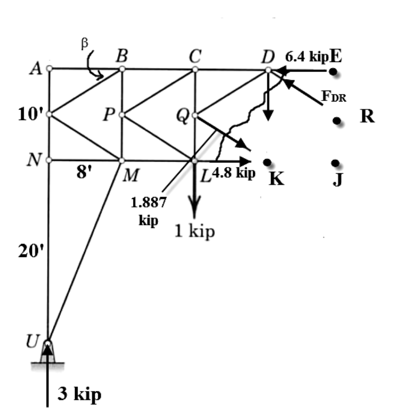
حيث أن الزاوية α تساوي:

$$\alpha = 180 - 2\tan^{-1}\left(\frac{8}{5}\right) = 64\ °$$

حل المعادلة السابقة سيعطينا:

$$\underbrace{F_{KQ} = 1.887\ \text{kips}\ (\text{شد})}$$

$$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{5}{8}\right) = 32°$$

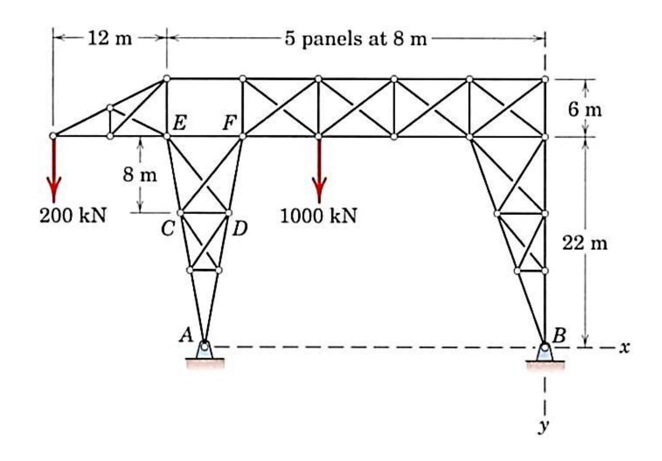


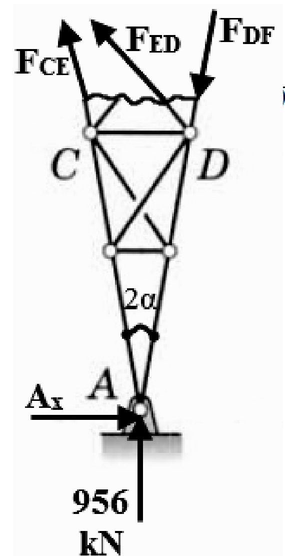
$$\sum F_x = 0 \; ; \; -6.4 + 1.887\cos 32° + 4.8 - F_{DR}\cos 32° = 0 \; ; \; \underbrace{F_{DR} = 0}$$

$$+\circlearrowleft \sum M_B = 0 \; ; \; -3(8) - 1(8) + 4.8(10) - F_{DK}(16) = 0$$

$$\underbrace{F_{DK} = 1\ \text{kip}\ (\text{شد})}$$

4–49 في رافعة الجسرِ المتحركةِ المبينة في الشكل الأجزاء المتقاطعة من القضبان ليست قادرة على تحمل القوى الإنضغاطية. أحسب القوة المؤثرة على الجزئين DF و EF وأوجد ردود الأفعال الأفقية للجملون عند النقطة A . بين أنه لو كانت ($F_{CD} = 0$) فأن ($F_{DE} = 0$) كذلك.



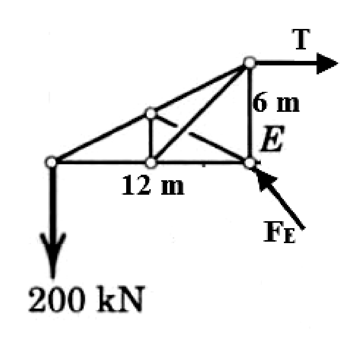


من الشكل الكلي للرافعة :

$$\sum M_B = 0 \ ; 1000(24) + 200(52) = 36A_y \ : \therefore \ A_y = 956\ kN$$

سيتطلب $\sum M_A = 0$ أن تكون القوتان (F_{ED}) و (F_{CF}) مساويتين للصفر.

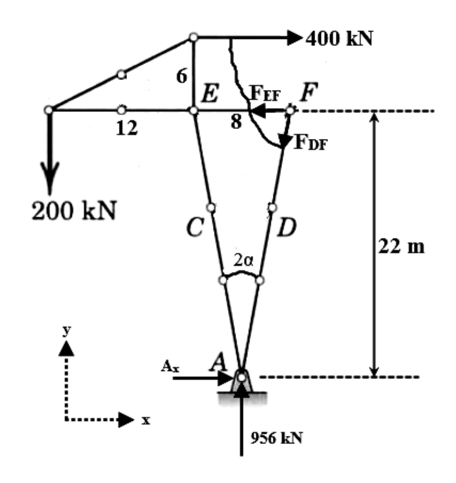
$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{4}{22}\right) = 10.3° \ ; \ \cos 10.3° = 0.984$$



$$+↻ \sum M_E = 0 \ ;$$

$$6T - 12(200) = 0$$

$$T = 400\ kN$$



$$+↺ \sum M_F = 0 \ ;$$

$$200(20) - 400(6) + A_x(22) - 956(4) = 0$$

$A_x = 101.1\ \text{kN} \rightarrow$ (الى اليمين)

$$+↺ \sum M_A = 0 \ ;$$

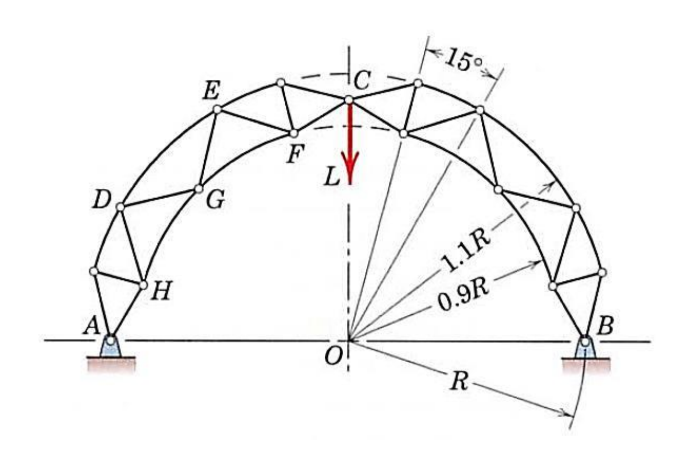
$$200(16) + F_{EF}(22) - 400(28) = 0$$

$F_{EF} = \mathbf{364\ kN}$ (إنضغاط)

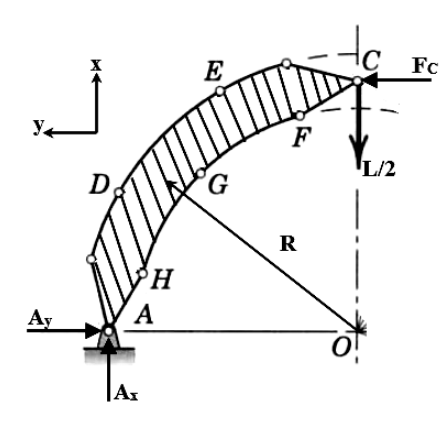
$$\sum F_y = 0 \ ; 0.984\, F_{DF} + 200 - 956 = 0$$

$F_{DF} = 768\ \mathbf{kN}$ (إنضغاط)

50−4 أوجد القوة المؤثرة على الجزء DG في الجملون المبين في الشكل. الوصلات جميعها تكون بموقع خطوط شعاعية مقابلة لزوايا مقدارها 15 درجة كما مشار إليها في الشكل، والأجزاء المنحنية تعمل كأجزاء تؤثر بقوتين. المسافة R = OB = OA= OC.



الحل:



من الشكل المتناظر للجملون نستطيع أن نستنتج بأن القوة التي يؤثر بها النصف الأيمن للجملون على النصف الأيسر عند النقطة C ستكون أفقية.

$$+\circlearrowleft \sum M_A = 0 \ \ ; F_C(R) - \left(\frac{1}{2}\right) LR = 0$$

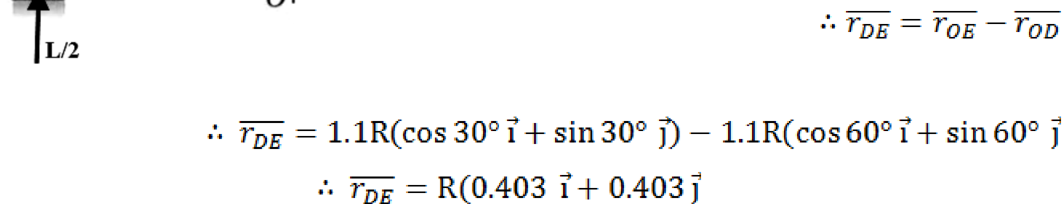
$$F_C = \frac{L}{2}$$

$$\sum F_y = 0 \ ; \ -A_y + \frac{L}{2} = 0 \ ; \ A_y = \frac{L}{2}$$

$$\sum F_x = 0 \ ; \ A_x - \frac{L}{2} = 0 \ ; \ A_x = \frac{L}{2}$$

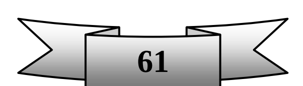
$$\overline{r_{OD}} + \overline{r_{DE}} = \overline{r_{OE}}$$

$$\therefore \overline{r_{DE}} = \overline{r_{OE}} - \overline{r_{OD}}$$



$$\therefore \ \overline{r_{DE}} = 1.1\text{R}(\cos 30°\ \vec{i} + \sin 30°\ \vec{j}) - 1.1\text{R}(\cos 60°\ \vec{i} + \sin 60°\ \vec{j}$$

$$\therefore \ \overline{r_{DE}} = \text{R}(0.403\ \vec{i} + 0.403\ \vec{j}$$



لذلك فأن القوة F_{DE} ستساوي:

$$\overrightarrow{F_{DE}} = F_{DE} \times \frac{\overrightarrow{r_{DE}}}{r_{DE}}$$

$$\therefore \overrightarrow{F_{DE}} = F_{DE}(0.707\,\vec{i} \;\; - 0.707\,\vec{j})$$

بنفس الطريقة نستنتج بأن القوتين:

$$\overrightarrow{F_{GH}} = F_{GH}(-0.866\,\vec{i} - 0.5\,\vec{j})$$

$$\overrightarrow{F_{DG}} = F_{DG}(0.264\,\vec{i} - 0.965\,\vec{j})$$

$$\sum F_x = 0 \;;\; \frac{L}{2} + 0.707F_{DE} - 0.866F_{GH} + 0.264F_{DG} = 0 \;\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\sum F_y = 0 \;;\; -\frac{L}{2} - 0.707F_{DE} + 0.5F_{GH} + 0.965F_{DG} = 0 \;\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$\sum M_O = 0 \;\;;-\left(\frac{L}{2}\right)R\,\vec{k} + \overrightarrow{r_{OD}} \times (F_{DE} + F_{DG}) + \overrightarrow{r_{OH}} \times F_{GH} = 0$$

حيث أن $\overrightarrow{r_{OH}}$ يساوي:

$$\overrightarrow{r_{OH}} = 0.9\,R\,(\cos 75°\,\vec{i}\;\; \sin 75°\,\vec{j})$$

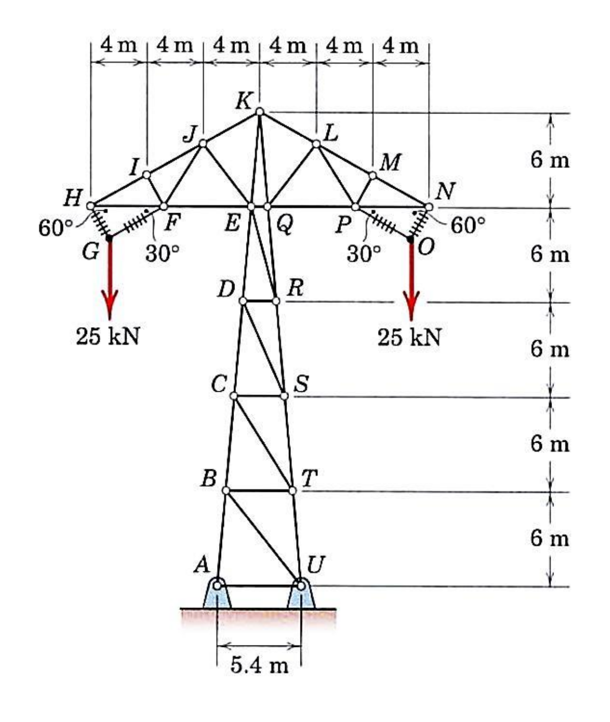
عند إتمام عملية ضرب المتجهات سنحصل على:

$$-1.063\,F_{DE} + 0.869F_{GH} - 0.782\,F_{DG} = \frac{L}{2} \;\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

بالحل التلقائي للمعادلتين (1) و (3) سنحصل على:

$\boldsymbol{F_{DE} = 0.839\,L}$ (شد) , $\boldsymbol{F_{GH} = 1.09\,L}$ (إنضغاط) , $\boldsymbol{F_{DG} = -0.569\,L}$ (إنضغاط)

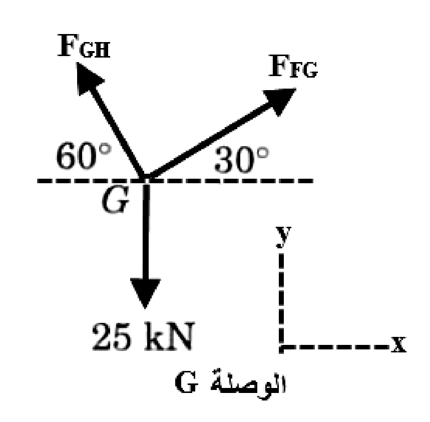
4–51 نموذج التصميم لبرج خطوط نقل القدرة هو كما مبين في الشكل. فإذا كانت الأجزاء (GH و FG وOP و NO) هي عبارة عن كوابل معزولة؛ وجميع الأجزاء الأخرى هي عبارة عن قضبان مصنوعة من الصلب الكربوني (الفولاذ). للتحميل المبين في الشكل، أحسب القوى المؤثرة على الأجزاء (FI، FJ، EJ، EK، و ER). أستخدم طرائق مختلفة اذا أردت ذلك.



الحل:

بفحص الوصلة I، $F_{FI} = 0$

الوصلة G:



الوصلة G

$$\sum F_x = 0\ ;\ -F_{GH}\left(\tfrac{1}{2}\right) + F_{FG}\left(\tfrac{\sqrt{3}}{2}\right) = 0$$

$$\sum F_y = 0\ ;\ F_{GH}\left(\tfrac{\sqrt{3}}{2}\right) + F_{FG}\left(\tfrac{1}{2}\right) - 25 = 0$$

من المعادلة الأولى سنحصل على:

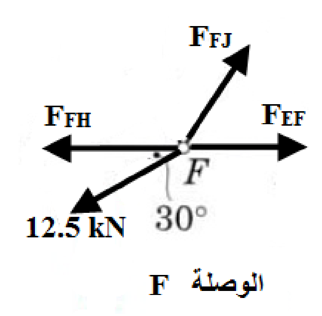
$$F_{GH} = \sqrt{3}\, F_{FG}$$

من المعادلة الثانية سنحصل على:

$$\sqrt{3}\, F_{FG}\left(\tfrac{\sqrt{3}}{2}\right) + \tfrac{1}{2}F_{FG} = 25$$

$$\rightarrow F_{FG} = 12.5\ kN,\ \ F_{GH} = 21.7\ kN\ (\text{شد})$$

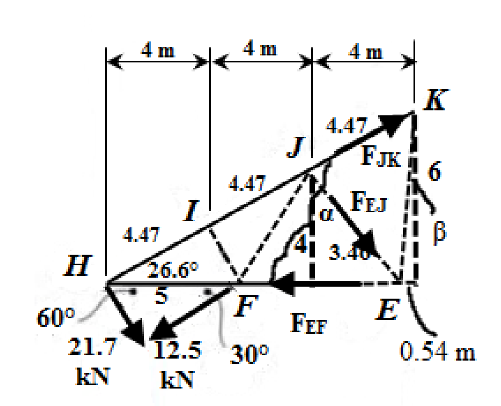
الوصلة F:



الوصلة F

$$\sum F_y = 0\ ;\ F_{FJ}(\sin 53.1°) - 12.5(\sin 30°) - 25 = 0$$

$$F_{FJ} = 7.81\ kN\ (\text{شد})$$



$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{3.46}{4}\right) = 40.9°$$

$$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{0.54}{6}\right) = 5.14°$$

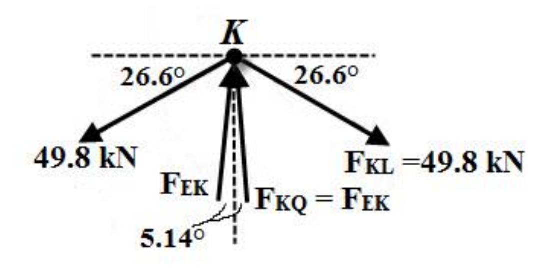
$$+\circlearrowleft \sum M_H = 0 :\ -12.5\left(\frac{1}{2}\right)(5) - F_{EJ}[\cos 40.9°(8) + \sin 40.9°(4)] = 0$$

$$\rightarrow F_{EJ} = 3.61\ kN\ (\text{إنضغاط})$$

$$\sum F_y = 0\ ;\ F_{JK}(\sin 26.6°) + 3.61(\cos 40.9°) - 12.5\left(\frac{1}{2}\right) - 21.7\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 0$$

الوصلة K:

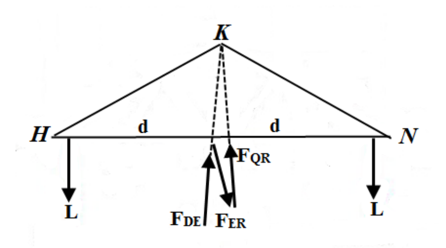
باستخدام التناظر في الشكل الهندسي للجملون:



$$\sum F_y = 0\ :\ -2(49.8)\sin 26.6° + 2\,F_{EK}\ \cos 5.14° = 0$$

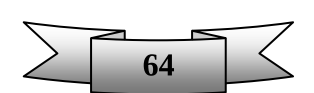
$$\therefore F_{EK} = 22.4\ kN\ (\text{إنضغاط})$$

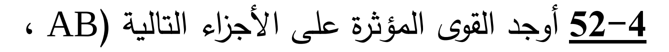
من التناظر الهندسي للحمل L و $\sum M_K = 0$: نستنتج بأن:



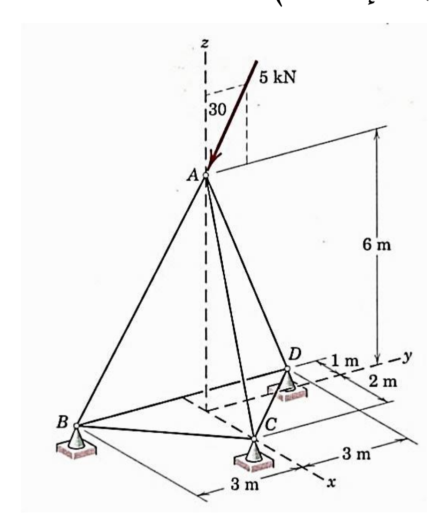


$$F_{ER} = 0$$





(في المسائل التالية، سنستخدم الإشارة الموجبة للشد والسالبة للإنضغاط)



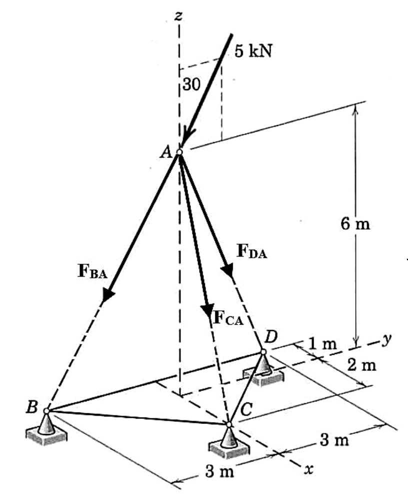
<u>52–4</u> أوجد القوى المؤثرة على الأجزاء التالية (AB ، AC و AD)؟

الحل:

$$\overline{F_{BA}} = \mathrm{F_{BA}}\left(\frac{-\mathrm{i}-3\mathrm{j}-6\mathrm{k}}{\sqrt{1^2+3^2+6^2}}\right)$$

$$\overline{F_{BA}} = \mathrm{F_{BA}}\left(\frac{-\mathrm{i}-3\mathrm{j}-6\mathrm{k}}{\sqrt{46}}\right) \dots\dots (1)$$

$$\overline{F_{CA}} = \mathrm{F_{CA}}\left(\frac{+2\mathrm{i}-6\mathrm{k}}{\sqrt{2^2+6^2}}\right)$$



$$\overline{F_{CA}} = \mathrm{F_{CA}}\left(\frac{+2\mathrm{i}-6\mathrm{k}}{\sqrt{40}}\right) \dots\dots.(2)$$

$$\overline{F_{DA}} = \mathrm{F_{DA}}\left(\frac{-\mathrm{i}-3\mathrm{j}-6\mathrm{k}}{\sqrt{1^2+3^2+6^2}}\right)$$

$$\overline{F_{DA}} = \mathrm{F_{DA}}\left(\frac{-\mathrm{i}-3\mathrm{j}-6\mathrm{k}}{\sqrt{46}}\right) \dots\dots (3)$$

$$+\overline{F_{CA}} + \overline{F_{DA}} - 5(\cos 30^\circ\, k + \sin 30^\circ\, j) = 0 \dots\dots (4)$$

من هذه المعادلات الأربعة سنحصل على:

$$i:\quad \left(\frac{1}{\sqrt{46}}\right)F_{BA} + \left(\frac{2}{\sqrt{40}}\right)F_{CA} - \left(\frac{1}{\sqrt{46}}\right)F_{DA} = 0$$

$$j:\quad -\left(\frac{3}{\sqrt{46}}\right)F_{BA} + \left(\frac{3}{\sqrt{46}}\right)F_{DA} - 5\left(\frac{1}{2}\right) = 0$$

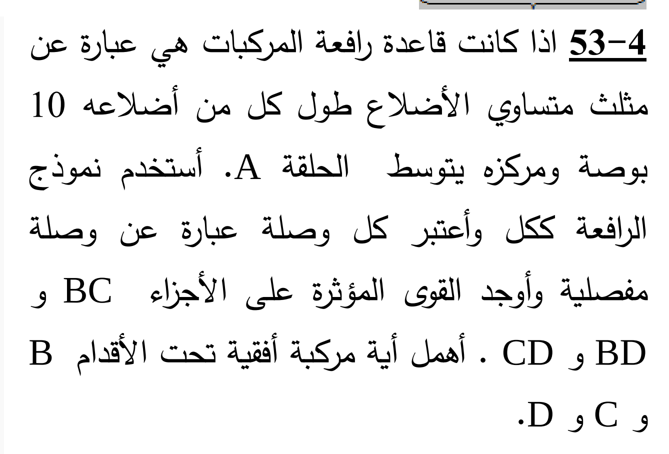
$$k:\quad -\left(\frac{6}{\sqrt{46}}\right)F_{BA} - \left(\frac{6}{\sqrt{46}}\right)F_{CA} - \left(\frac{6}{\sqrt{46}}\right)F_{DA} - 5\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 0$$

بحل المعادلات أعلاه سنحصل على:

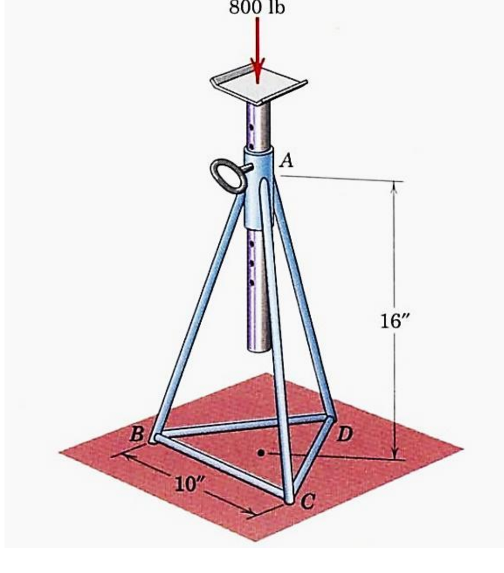
$$\mathbf{F_{BA} = -4.46\ kN}$$

$$F_{CA} = -1.521\ kN$$

$$F_{DA} = 1.194\ kN$$



53–4 اذا كانت قاعدة رافعة المركبات هي عبارة عن مثلث متساوي الأضلاع طول كل من أضلاعه 10 بوصة ومركزه يتوسط الحلقة A. أستخدم نموذج الرافعة ككل وأعتبر كل وصلة عبارة عن وصلة مفصلية وأوجد القوى المؤثرة على الأجزاء BC و BD و CD . أهمل أية مركبة أفقية تحت الأقدام B و C و D.

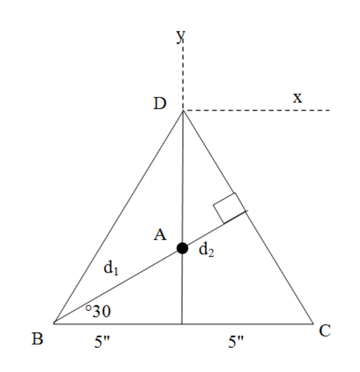


الحل:

المسقط

$$\cos 30° = \frac{d_1+d_2}{10} \quad , d_1 + d_2 = 8.66''$$

$$\cos 30° = \frac{5}{d_1} \quad , d_1 = 5.77''$$



$$\therefore\ d_2 = 8.66 - 5.77 = 2.89''$$

للوصلة A ، بفرض التناظر الهندسي:

$$\overline{F_{BA}} = P\left[\frac{5i + 2.89j + 16k}{(5^2 + 2.89^2 + 16^2)^{1/2}}\right] = P(0.244i + 0.169j + 0.941k)$$

$$\overline{F_{CA}} = P(-0.294i + 0.17j + 0.941k), \overline{F_{DA}} = P(-0.339j + 0.941k)$$

$$\sum F_Z = 0$$

عند النقطة A : $3(0.941P) - 800 = 0, \quad P = 283\ lb$

للوصلة C ، بفرض التناظر الهندسي:

$$\overline{F_{BC}} = -Qi \quad , \qquad \overline{F_{CD}} = Q(-\sin 30°i + \cos 30°j)$$

القوة العمودية N ستساوي 267 lb.

$$\sum \overline{F} = 0$$

عند النقطة C

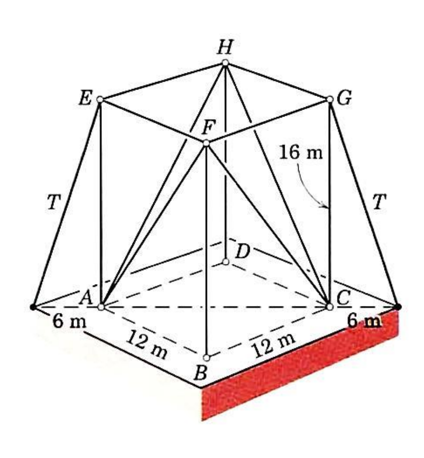
$$\overline{\mathrm{N}} + \overline{F_{BC}} + \overline{F_{CD}} + \overline{F_{AC}} = 0$$

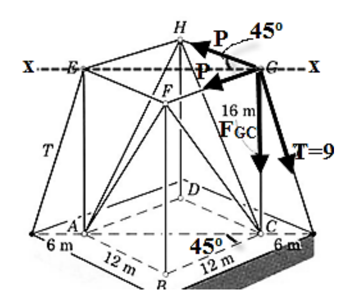
$$267k - Qi + 283(0.294i - 0.169j - 0.941k) + Q(-0.5i + 0.866j) = 0$$

بالحل نحصل على:

$$Q = 55.6lb \quad \rightarrow \quad \underbrace{\boldsymbol{F_{BC} = F_{BD} = F_{CD} = 55.6\ lb}}$$

4−54 الجملون ذو الأجزاء المثلثة الشكل والتي ارتفاعها (16 m) تم تشيده على قاعدة مربعة الشكل طول ضلعها (12 m) على الجوانب. تم تثبيت حبال للتثبيت الجملون عند النقطتين (E) و (G) كما مبين في الشكل وتم شدهما حتى أصبح الشد في السلك (T) في كل من الحبلين بمقدار (9 kN) . أحسب القوة (F) في كل جزء قطري من الجملون.

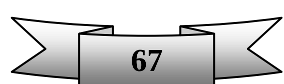




الحل:

$$A = \pi r^2$$

$$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{6}{16}\right) = 20.6°, \sin\beta = 0.351$$



النقطة G

$$\sum F_x = 0; \quad 9(0.531) - 2P(0.707) = 0$$

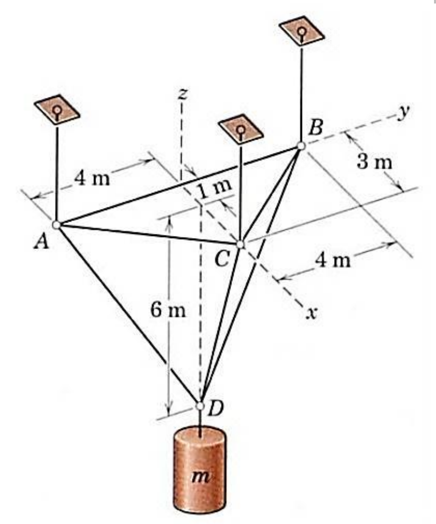
$$P = 2.235kN$$

النقطة F

$$\sum F_{FG} = 0; \;\; P + F\sin\alpha = 0$$

$$\boldsymbol{F = -\frac{2.235}{0.6} = -3.72\ kN}$$

<u>4−55</u> يمتلك الجملون ذو الشكل الرباعي السطوح المثلثية قاعدة أفقية عند ABC على شكل مثلث متساوي الأضلاع والأضلاع AD، BD، و CD التي تسند الكتلة m عند النقطة D. علماً بأن كل رأس للقاعدة سيتدلى بواسطة سلك عمودي من مسند علوي. أحسب القوى المؤثرة على الجزئين AC و AB.



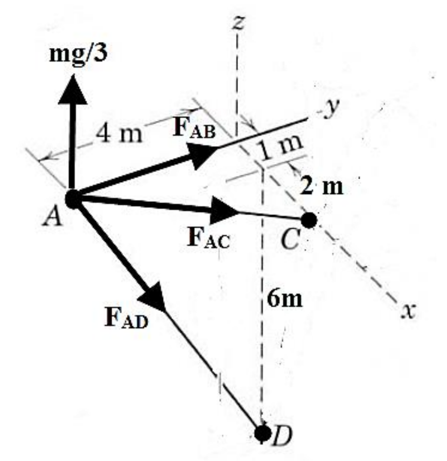
الحل:

من الشكل الكلي للجملون

$$\sum M_y = 0$$

سنحصل على وجود قوة شد في السلك العمودي عند (C):

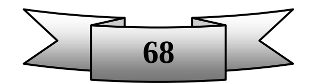
$$T_C = \frac{1}{3}mg$$



<u>الوصلة A:</u>

$$\bar{F}_{AB} = F_{AB}\, j$$

$$\bar{F}_{AC} = \frac{F_{AC}}{5}(3i + 4j)$$



$$\bar{F}_{AD} = \frac{F_{AD}}{\sqrt{53}}(i + 4j - 6k)$$

ملاحظة:

$$(\sqrt{1^2 + 4^2 + 6^2} = \sqrt{53})$$

$$\sum \bar{F} = 0$$

$$\frac{mg}{3}k + \bar{F}_{AB} + \bar{F}_{AC} + \bar{F}_{AD} = 0$$

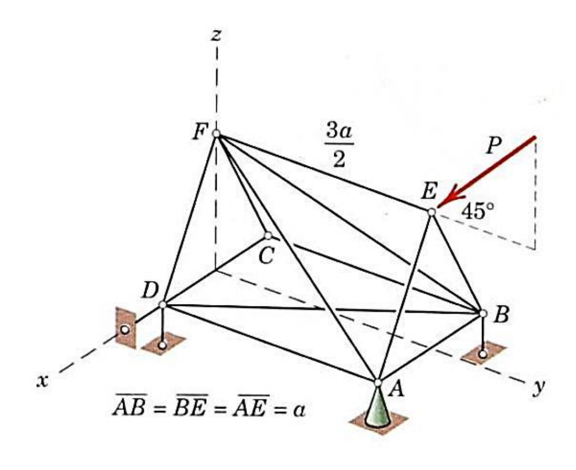
بالتعويض عن قيم القوى من المعادلات أعلاه نحصل على:

$$\left(\frac{3F_{AC}}{5} + \frac{F_{AD}}{\sqrt{53}}\right)i + \left(F_{AB} + \frac{4\,F_{AC}}{5} + \frac{4\,F_{AD}}{\sqrt{53}}\right)j + \left(\frac{mg}{3} - \frac{6F_{AD}}{\sqrt{53}}\right)k = 0$$

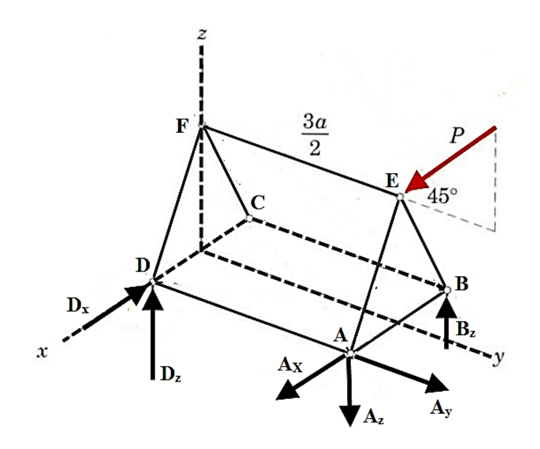
بمساوات المعاملات i و j و k الى الصفر نحصل على:

$$\boldsymbol{F_{AD} = \frac{\sqrt{53}}{18}mg, F_{AC} = -\frac{5}{54}mg\ ;\ \ F_{AB} = -\frac{4}{27}mg}$$

<u>56-4</u> في الجملون المبين في الشكل، تحقق من كفاءة المساند وكذلك عدد وتنظيمات الأجزاء لضمان السكون، في كلا من الخارج والداخل. أوجد بالفحص مقدار القوى المؤثرة على الأجزاء DC، CB و CF. أحسب القوة على الجزء AF و المركبة -x لرد الفعل للجملون عند D.

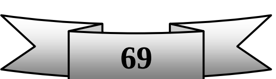


الحل:

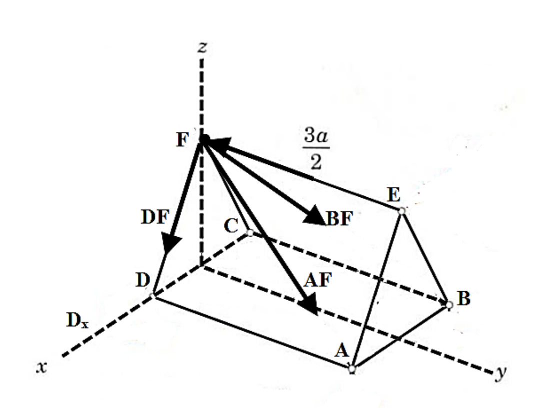


نأخذ الجملون بكله كمحدد استاتيكياً بوجود ستة مساند كابحة للحركة.

J = 6 , m =12 , 3j = m + 6



لذلك فالعدد الكافي للاستقرار ، A ، B و D يجب أن تثبت بحيث يؤدي ذلك الى تثبيت F.
يجب تثبيت E و C ، حتى يصبح الجملون كوحدة صلبة.



$$\sum M_{A_z} = 0;\ \frac{P}{\sqrt{2}}\frac{a}{2} - D_x\frac{3a}{2} = 0$$

$$D_x = \frac{P}{3\sqrt{2}};\ A_x = D_x = \frac{P}{3\sqrt{2}}$$

$$\sum M_{AB} = 0;\ \frac{P}{\sqrt{2}}\frac{a\sqrt{3}}{2} - D_z\frac{3a}{2} = 0$$

$$D_z = \frac{P}{\sqrt{6}}$$

$$\sum M_{AD} = 0;\ \frac{P}{\sqrt{2}}\frac{a}{2} - B_z a = 0$$

$$B_z = \frac{P}{2\sqrt{2}}$$

$$\sum F_z = 0\,;\ \rightarrow A_z = \frac{2-\sqrt{3}}{2\sqrt{6}}P$$

جميع القوى عند المرتكز C ستكون صفراً.

<u>للوصلة E :</u>

$\sum F_y = 0\,;\ \rightarrow EF = \frac{P}{\sqrt{2}}$ (إنضغاط)

<u>الوصلة F:</u>

$$FC = 0\,; EF = \frac{P}{\sqrt{2}}$$

$$\overrightarrow{AF} = AF\left(i + 3j - \sqrt{3}\,k\right)/\sqrt{13}$$

$$\overrightarrow{BF} = BF\left(-i + 3j - \sqrt{3}\,k\right)/\sqrt{13}$$

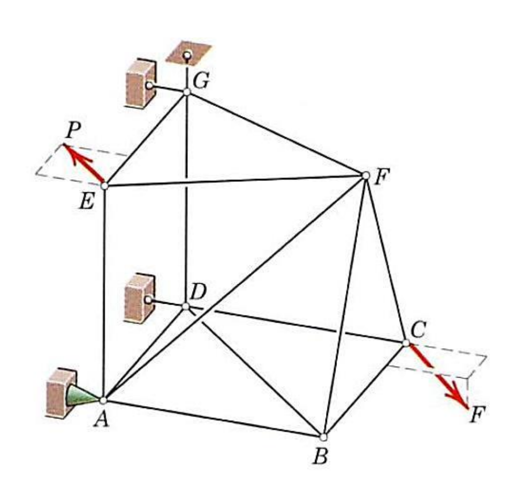
$$\overrightarrow{DF} = \frac{DF\left(i - \sqrt{3}\,k\right)}{2}\ :\ EF = -\frac{P}{\sqrt{2}}j$$

$$\sum F = 0 = \left(\frac{AF}{\sqrt{13}} - \frac{BF}{\sqrt{13}} + \frac{DF}{2}\right)i + \left(-\frac{P}{\sqrt{2}} + \frac{3AF}{\sqrt{13}} + \frac{3BF}{\sqrt{13}}\right)j + \left(-\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{13}}AF - \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{13}}BF - \frac{\sqrt{3}}{2}DF\right)k$$

بحل المعادلة سنحصل على:

$$\boldsymbol{BF = 0\ , DF = -\frac{\sqrt{2}}{3}P\ , AF = \frac{\sqrt{13}}{3\sqrt{2}}P}$$

<u>4−57</u> الجملون المبين في الشكل هو في منتصف المرحلة التصميمية. المثبتات الخارجية تشير الى انها كافية للحفاظ على الإتزان الخارجي. ما هو عدد الأجزاء الإضافية المطلوبة التي سنحتاجها لمنع عدم الاستقرار الداخلي وأين يمكن وضعها؟



الحل:

عدد الوصلات هي سبعة (J=7)

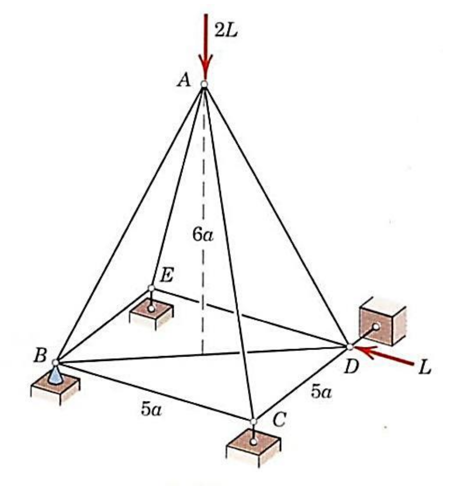
لذلك فأن :

$$m + 6 = 3j = 21$$

$$\therefore m = 15$$

وبما أن الشكل يبين انه هنالك فقط 13 جزءاً ، فأنه سيتطلب جزأين آخرين لضمان الإستقرارية. بالفحص سنلاحظ بأن الدعامة ADGE ستتطلب دعامة قطرية تسند AG من أجل منع حركة الوصلة G باتجاه E. كذلك، ستحتاج الوصلة F الإسناد من الجزء DF لتثبيتها في الفضاء. الوصلتان E و C بعد ذلك يمكن تثبيتهما ، والجملون سيصبح صلباً.(الاحتمالات الأخرى المتوفرة هي بإضافة جزأين)

4−58 أوجد القوى المؤثرة على الجزء (BD) في الهرم الاعتيادي ذو القاعدة المربعة.

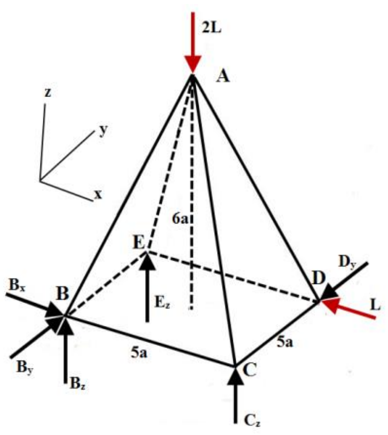


الحل:

$$\sum M_{BE} = 0; \; C_z = L$$

$$\sum M_{B_z} = 0; \; D_y = L$$

الوصلة C: (بفرض وجود حالة شد)



$$\overrightarrow{F_{CB}} = -F_{CB}\, i \; ; \; \overrightarrow{F_{CD}} = F_{CD}\, j \; ; \bar{L} = Lk$$

$$\overrightarrow{F_{CA}} = F_{CA}\left(\frac{-2.5a\, i + 2.5a\, j + 6a\, k}{\sqrt{(2.5^2+2.5^2+6.5^2)a^2}}\right)$$

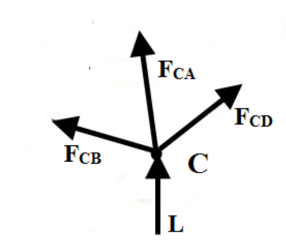
$$F_{CA} = (-0.359i + 0.359j + 0.862k)$$

باستخدام العلاقة التالية: $\sum \bar{F} = 0$ سنحصل على:

$$i: \; -F_{CB} - 0.359F_{CA} = 0$$

$$j: \;\; F_{CD} + 0.359F_{CA} = 0$$

$$k: \;\;\; L + 0.862F_{CA} = 0$$



ومن المعادلات أعلاه سنحصل على:

$$F_{CA} = -0.1667L$$

$$F_{CD} = +0.417L$$

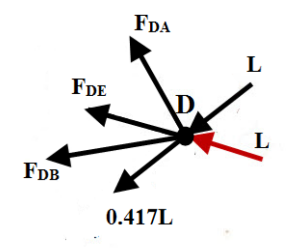
الوصلة D:

باستخدام العلاقة التالية: $\sum \bar{F} = 0$ سنحصل على:

$$i: \; -F_{DE} - L - 0.359F_{DA} - \frac{F_{DB}}{\sqrt{2}} = 0$$

$$j: \; - \; 0.417L - L - 0.359F_{DA} - \frac{F_{DB}}{\sqrt{2}} = 0$$

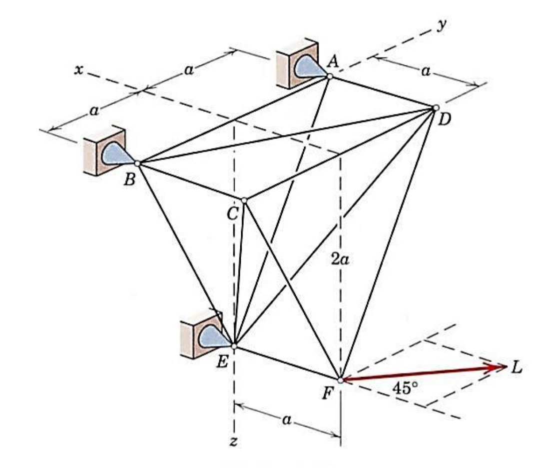
$$k: \;\; 0.862F_{DA} = 0$$



ومن المعادلات أعلاه سنحصل على:

$$F_{DA} = 0$$

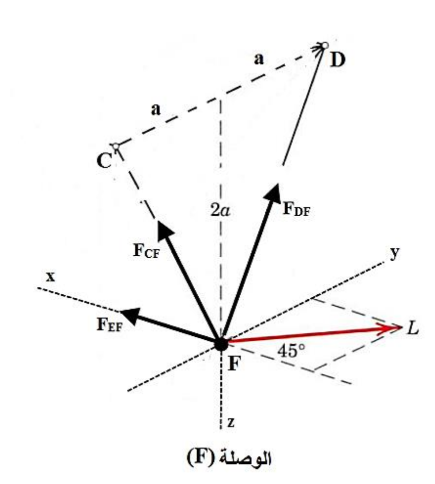
$$\boldsymbol{F_{DB} = -0.2L}$$



4−59 لقد تم تثبيت الجملون المبين في الشكل بالمساند(A، B و E) قد حُمِلَ بالقوة (L) والتي مركبتيها باتجاهي(x و y) متساويتين وليس لها مركبة باتجاه (z). بين أن هنالك عدد كافٍ من الدعامات للحصول على الاستقرار الداخلي و ان مواقعها هي كافية لهذا الغرض. ثم أوجد القوى المؤثرة على الدعامات (CD ، BC ، و CE).

الحل:

الوصلة F:



الوصلة (F)

$$L = \frac{L}{\sqrt{2}}(-i + j); \overrightarrow{F_{EF}} = F_{EF}\, i$$

$$\overrightarrow{F_{CF}} = \frac{F_{CF}}{\sqrt{5}}(-i - 2k)$$

$$\overrightarrow{F_{DF}} = \frac{F_{DF}}{\sqrt{5}}(j - 2k)$$

$$\sum \mathrm{F} = 0; \;\; \mathrm{L} + \mathrm{F_{EF}} + \mathrm{F_{CF}} + \mathrm{F_{DF}} = 0$$

$$i; \;\; -\frac{L}{\sqrt{2}} + F_{EF} = 0 \; ; \;\; \rightarrow \;\; F_{EF} = \frac{L}{\sqrt{2}}$$

$$j; \;\; \frac{L}{\sqrt{2}} - \frac{F_{CF}}{\sqrt{5}} + \frac{F_{DF}}{\sqrt{5}} = 0 \; \ldots\ldots (1)$$

$$k; \;\; -\frac{2}{\sqrt{5}} F_{CF} - \frac{2}{\sqrt{5}} F_{DF} = 0 \; \ldots\ldots (2)$$

من المعادلتين (1) و(2) سنحصل على:

$$\boldsymbol{F_{CF}} = \frac{\sqrt{5}\, \boldsymbol{L}}{2\sqrt{2}} \quad ; \;\; \boldsymbol{F_{DF}} = \frac{\sqrt{5}\, \boldsymbol{L}}{2\sqrt{2}}$$

الوصلة C:

$$\overrightarrow{F_{CD}} = F_{CD}\,j\;;\quad \overrightarrow{F_{BC}} = F_{BC}\,i$$

$$\overrightarrow{F_{CE}} = F_{CE}\left(\frac{i+j+2k}{\sqrt{6}}\right)$$

$$\overrightarrow{F_{CF}} = F_{CF}\left(\frac{j+2k}{\sqrt{5}}\right)$$

وبالتعويض عن قيمة F_{CF} والتي حصلنا عليها في الوصلة (F) في المعادلة أعلاه سنحصل على:

$$\overrightarrow{F_{CF}} = \frac{\sqrt{5}\,L}{2\sqrt{2}} \times \left(\frac{j+2k}{\sqrt{5}}\right) = \frac{L}{2\sqrt{2}}(j+2k)$$

$$\sum F = 0;$$

الوصلة (C)

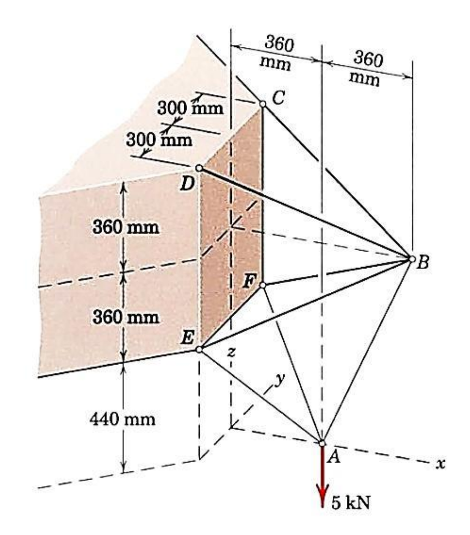
سنحصل من هذه المعادلة على:

$$i:\quad 0 + F_{BC} + \frac{F_{CE}}{\sqrt{6}} = 0\;;\;\rightarrow\; \boldsymbol{F_{BC} = \frac{L\sqrt{2}}{4}}$$

$$j:\quad F_{CD} + \frac{F_{CE}}{\sqrt{6}} + \frac{L}{2\sqrt{2}} = 0\;;\;\rightarrow\; \boldsymbol{F_{CD} = 0}$$

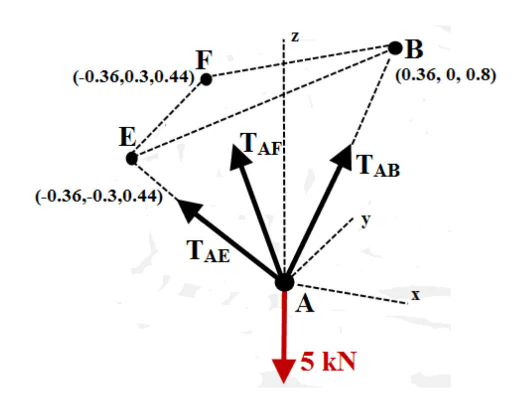
$$k:\quad \frac{2F_{CE}}{\sqrt{6}} + \frac{L}{2} = 0\;;\;\rightarrow\; \boldsymbol{F_{CE} = -\frac{L\sqrt{3}}{2}}$$

<u>4−60</u> اذا كان مقطع الجملون الهرمي الشكل BCDEF متماثل هندسياً حول المستوي العمودي x-z كما مبين في الشكل. وكانت الكابلات AE ، AF ، و AB تسند قوة مقدارها 5 kN . أوجد القوة المؤثرة على الجزء BE؟



الحل:

الوصلة (A):



$$\vec{T}_{AB}=T_{AB}\left(\frac{0.36i+0.8k}{\sqrt{0.36^2+0.8^2}}\right)$$

$$\vec{T}_{AB}=T_{AB}[0.41i+0.912k]$$

$$\vec{T}_{AE}=T_{AE}\left(\frac{-0.36i-0.3j+0.44k}{\sqrt{0.36^2+0.3^2+0.44^2}}\right)$$

$$\vec{T}_{AE}=T_{AE}[-0.56i-0.467j+0.684k]$$

$$\vec{T}_{AF}=T_{AF}\left(\frac{-0.36i+0.3j+0.44k}{\sqrt{0.36^2+0.3^2+0.44^2}}\right)$$

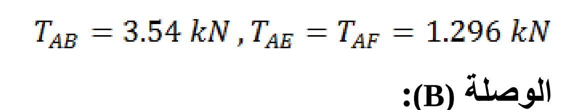
$$\vec{T}_{AF}=T_{AF}[-0.56i+0.467j+0.684k]$$

$$\sum F_x=0;0.4T_{AB}-0.56T_{AE}-0.56T_{AF}=0$$

$$\sum F_y=0;-0.467T_{AE}+0.467T_{AF}=0$$

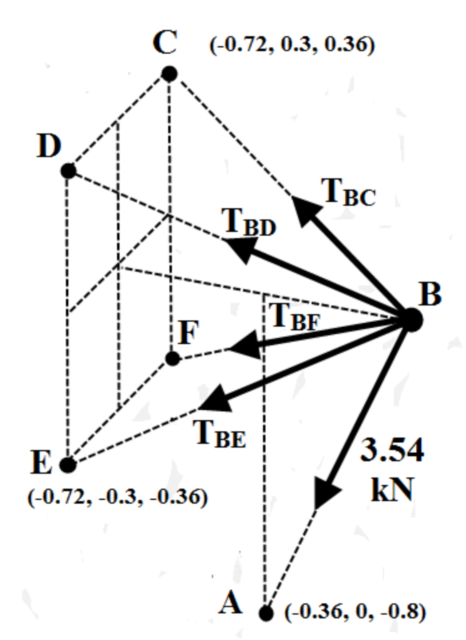
$$\sum F_z=0;0.912T_{AB}+0.684T_{AE}-0.684T_{AF}-5=0$$

بحل المعادلات أعلاه سنحصل على:



$$T_{AB}=3.54\ kN\ ,T_{AE}=T_{AF}=1.296\ kN$$

الوصلة (B):



$$\vec{T}_{BC}=T_{BC}\left(\frac{-0.72i+0.3j+0.36k}{\sqrt{0.72^2+0.3^2+0.36^2}}\right)$$

$$\vec{T}_{BC}=T_{BC}[-0.838i+0.349j+0.419k]$$

$$\vec{T}_{BD}=T_{BD}[-0.838i-0.349j+0.419k]$$

$$\vec{T}_{BE}=T_{BE}[-0.838i-0.349j-0.419k]$$

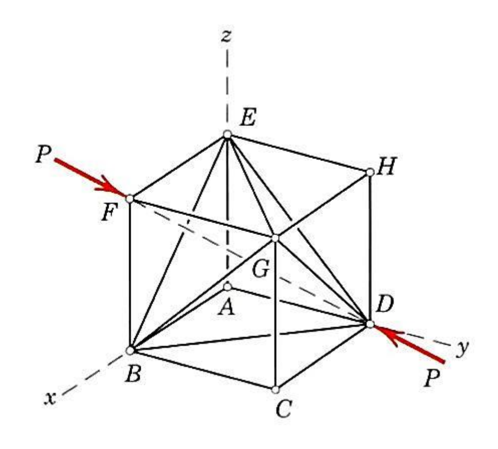
$$\vec{T}_{BF}=T_{BF}[-0.838i+0.349j-0.419k]$$

ملاحظة: من التماثل الهندسي نستنتج ان:

$$T_{BD}=T_{BC}\,;\ \ T_{BE}=T_{BF}$$

نضع $\sum\vec{F}=0$ للحصول على

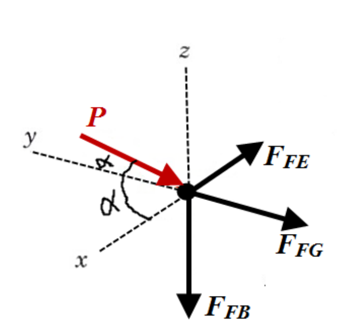
$T_{BD}=T_{BC}=1.491\ kN$; $\boldsymbol{T_{BE}=T_{BF}=-2.36\ kN}$(إنضغاط)



4−61 لقد تم إنشاء جملون بشكل مكعب مع ستة أجزاء قطرية كما مبين في الشكل. بين ان الجملون مستقر داخلياً. اذا تعرض الجملون الى قوة مقدارها (P) سلطت عند (F) و (D) على طول الخط القطري (FD)، أوجد القوى المؤثرة على الجزئين(FG) و (EG)؟

الحل:

$$\alpha = \cos^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right);$$



الوصلة (F)

ومن التماثل الهندسي نستنتج بأن:

$$F_{FE} = F_{FG} = F_{FB} = F$$

$$\sum \vec{F} = 0;\ \ F(-i+j-k) + \frac{P}{\sqrt{3}}(-i+j-k) = 0$$

$$\therefore\ F = -\frac{P}{\sqrt{3}};\quad \rightarrow\quad \boldsymbol{F_{FE}} = -\frac{P}{\sqrt{3}}\ \text{(إنضغاط)}$$

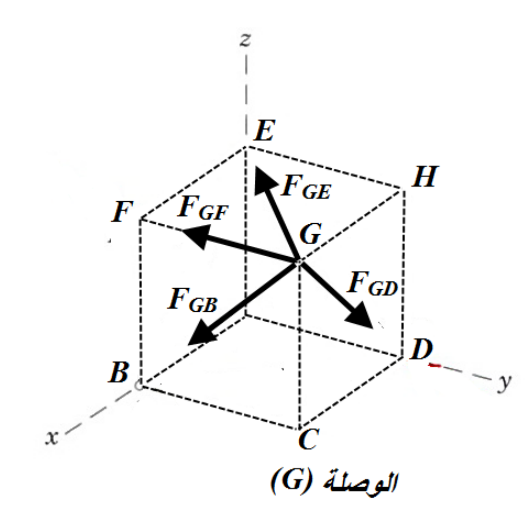
بالفحص سنلاحظ ان القوى على الوصلات (A، C، و H) ستكون صفراً، ونتيجة لتماثل القوى المؤثرة على (D) ستكون:

$$F_{BD} = F_{GD} = F_{ED} = R$$

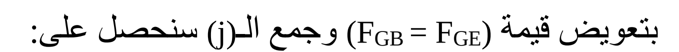
وكذلك من التماثل نستنتج بأن:

$$F_{GE} = F_{GB};\quad \vec{F}_{GF} = F_{GF}(-j) = -\frac{P}{\sqrt{3}}(-j)$$

$$+\frac{F_{GE}}{\sqrt{2}}(-i-j) + \frac{F_{GB}}{\sqrt{2}}(-i-k) + \frac{F_{GD}}{\sqrt{2}}(-i-k) = 0$$



الوصلة (G)



بتعويض قيمة ($F_{GB} = F_{GE}$) وجمع الـ(j) سنحصل على:

$$\sum \vec{F}_y = 0\,;\quad \left(\frac{P}{\sqrt{3}} - \frac{2F_{GE}}{\sqrt{2}}\right) = 0$$

$F_{GE} = \frac{P}{\sqrt{6}}$ (شد)

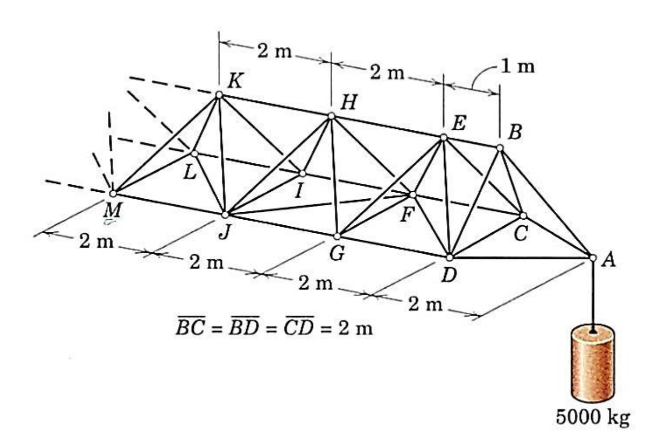
عدد الأجزاء (m) يساوي 18

عدد الوصلات (j) يساوي 8

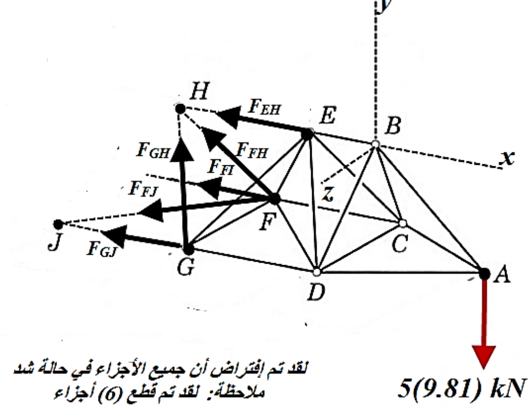
(m + 6 = 24) = (3j = 24)

لذلك فإن الجملون سيكون مستقر داخلياً.

62−4 الشكل يمثل الذراع المطوَّل لسقف هيكل رافعة، والذي مبين فيه جزءً منه، كمثال للتكرار الدوري في الهيكل – والذي يمثل أجزاءً متكررة ومتماثلة من الوحدات الإنشائية. أستخدم طريقة المقاطع لإيجاد القوى المؤثرة على الجزئين (FG) و (GJ)؟



الحل:



$\vec{F}_{GJ} = -F_{GJ}i,\ \ \vec{F}_{FI} = -F_{FI}i\ ,\ \ \vec{F}_{FJ} = \frac{F_{FJ}}{\sqrt{2}}(-i + k)$

$\text{os}\,30^{\circ}\,j + 2\sin 30^{\circ}k) \times$

$0^{\circ}k) \times (-F_{FI})i + (i - 2\cos 30^{\circ}j -$

بمساوات معاملات وحدة المتجهات الى الصفر:

$-1.225\,F_{FJ} = 0\ \ \Rightarrow F_{FJ} = 0$

$-F_{GJ} + F_{FI} = 0\ \ \ \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$

$-1.732F_{GJ} - 1.732F_{FI} = 245\ \ \ \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$

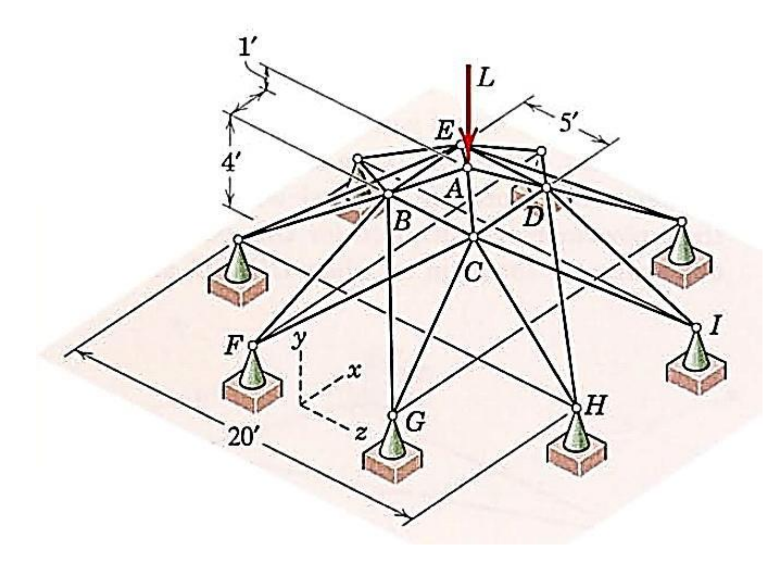
بحل المعادلتين (1) و(2) سنحصل على:

$$F_{FI} = F_{GJ} = -70.8\ kN$$

$\therefore\ \boldsymbol{F_{GJ} = 70.8\ kN}$ (إنضغاط)

4–63 الجملون المبين في الشكل يسند النية الهيكلية لكراج ملعب (غير مبين في الشكل) والذي يدور حول محوره الرأسي. المنصات الثمانية للقاعدة تشكل مثمن الزوايا والأضلاع و (ABCDE) هو عبارة عن هرم ذو قاعدة مربعة بطول (5 ft), (BCDE) قمته (A)، والتي تعلو بمقدار(1ft) فوق قاعدته. اذا كان مستوي الشكل (BCDE) يعلو(4ft) فوق مستوى القاعدة. اذا كانت الأقطار للأوجه ذات الشكل الشبه المنحرف كالـ(BCGF) تتقاطع بدون ان تتماس. وكان الحمل (L) ينتقل عبر النقطة (A) والقياسات تشير الى أن هنالك قوة شد في الجزء (BC) مقدارها (0.3L) ، أوجد القوى المؤثرة على الجزئين (CF) و(CG) ؟

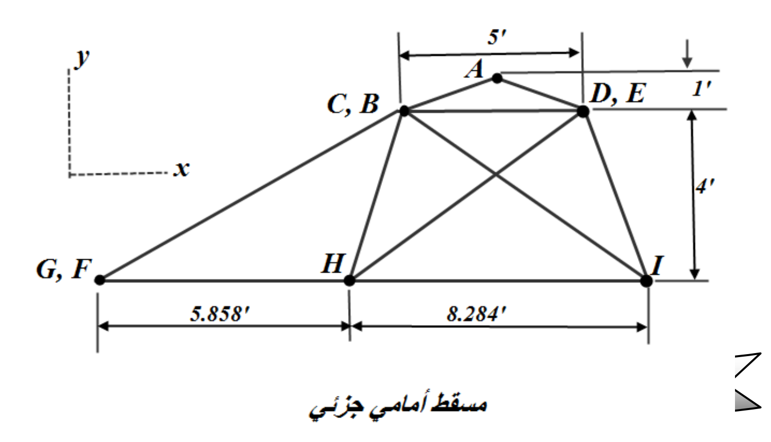
(ملاحظة: أبدأ تحليلك عند النقطة (A) و أستفد من استخدام التماثل في الشكل الهندسي)



الحل:

للاتزان عند الوصلة A ، فأن متجهات القوى ستكون:

$$\vec{L} = -Lj$$



مسقط أمامي جزئي

$$\vec{F}_{BA} = P\left[\frac{2.5i + j + 2.5k}{\sqrt{2.5^2 + 2.5^2}}\right]$$

$$\therefore \vec{F}_{BA} = P(0.68i + 0.272j + 0.68k)$$

بطريقة مشابهة نوجد:

$$\therefore \vec{F}_{CA} = P(0.68i + 0.272j - 0.68k)$$

$$\therefore \vec{F}_{DA} = P(-0.68i + 0.272j - 0.68k)$$

$$\therefore \vec{F}_{EA} = P(-0.68i + 0.272j + 0.68k)$$

حيث أن P هي القوة على الوصلات الأربعة عند النقطة A، والتي جميعها فرضت على أنها في حالة إنضغاط.

$$\sum F_y = 0;\ \left(\text{عند النقطة } A\right)\ ;\ \ 4P(0.272) - L = 0\ ;\ \ P = 0.919L$$

للاتزان عند النقطة (B)، فأن متجهات القوى هي:

$$\vec{F}_{BC} = -Qk\ ;\vec{F}_{CD} = Qi$$

$$\vec{F}_{AC} = 0.919L(-0.68i - 0.272j + 0.68k)$$

$$\vec{F}_{CF} = R\left[\frac{-(10-2.5)i - 4j - \left(\frac{8.28}{2} + \frac{5}{2}\right)}{\sqrt{7.5^2 + 4^2 + 6.64^2}}\right]$$

$$\therefore \vec{F}_{CF} = R(-0.695i - 0.371j - 0.616k)$$

وبطريقة مشابهة نوجد:

$$\vec{F}_{CG} = S(-0.68i - 0.462j + 0.19k)$$

$$\vec{F}_{CH} = S(-0.19i - 0.462j + 0.866k)$$

$$\vec{F}_{CI} = R(0.616i - 0.371j + 0.695k)$$

حيث أن Q و S و R هي قيمة القوى وجميعها مجهولة وقد فرضت كقوى شد.

$$\sum \vec{F} = 0;\ \left(\text{عند النقطة } B\right)\ ;\ \ \vec{F}_{AC} + \vec{F}_{BC} + \vec{F}_{CD} + \vec{F}_{CF} + \vec{F}_{CG} + \vec{F}_{CH} + \vec{F}_{CI} = 0$$

أو

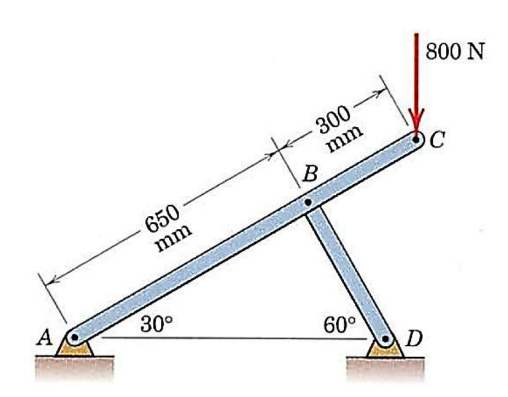
$$[(0.919L)(-0.68) + Q - 0.695R - 0.866\,S - 0.19\,S + 0.616R]i + [(0.919L)(-0.272) - 0.371R - 0.462\,S - 0.462\,S - 0.371R]j + [-Q + (0.919L)(0.68) - 0.616R + 0.19\,S + 0.866\,S + 0.695R]k = 0$$

(لاحظ العلاقة بين المركبات i و j و k)

مع Q = 0.3 L فان حل معادلتي x و y سنجد منهما :

R = 0.051L ; S = - 0.312L

$\therefore F_{CF} = 0.051L$ (شد); $F_{CG} = 0.312L$ (إنضغاط)



64–4 أوجد قيم جميع ردود الأفعال في المسامير الموجودة في الشكل المبين.

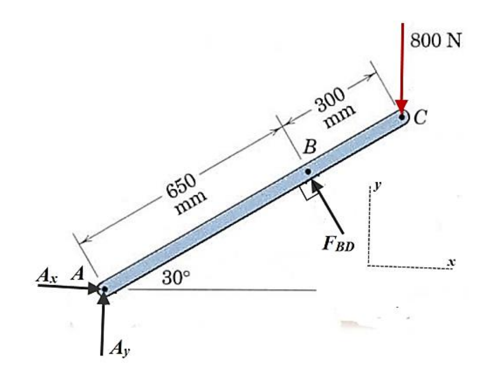
الحل:

$$\sum M_A = 0\ ; F_{BD}(650) - 800(950\ \cos 30°) = 0$$

$$F_{BD} = 1013\ N$$

لذلك فأن ردود الأفعال في المسمارين B و D هما:

$$F_{BD} = F_D = 1013\ N$$



$$\sum F_x = 0\ ; \quad A_x - 1013\ \sin 30° = 0$$

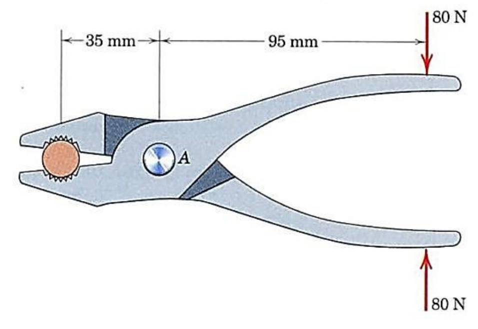
$$\therefore A_x = 506\ N$$

$$\sum F_y = 0\ ; \quad A_y + 1013\ \cos 30° - 800 = 0$$

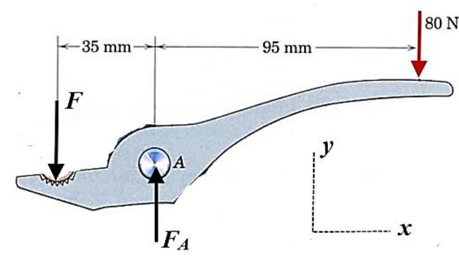
$$\therefore A_y = -76.9\ N$$

$$\therefore F_A = \sqrt{{A_x}^2 + {A_y}^2} = \sqrt{506^2 + 76.9^2} = \mathbf{512\ N}$$

4–65 عند الضغط بقوة (80 N) على ذراع الزردية (الكماشة) ، أوجد القوة (F) المسلطة على فكيها المنحنيين. بالإضافة الى ذلك، أحسب قوة الاسناد بالمسمار عند (A)؟



الحل:



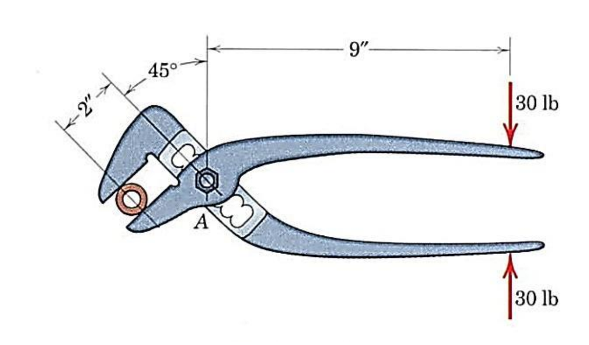
$$+\circlearrowleft \sum M_A = 0\ ;80(95) - F(35) = 0$$

$$\therefore \boldsymbol{F = 217\ N}$$

$$+\uparrow \sum F = 0\ ;\quad 217 - F_A + 80 = 0$$

$$\therefore \boldsymbol{F_A = 297\ N}$$

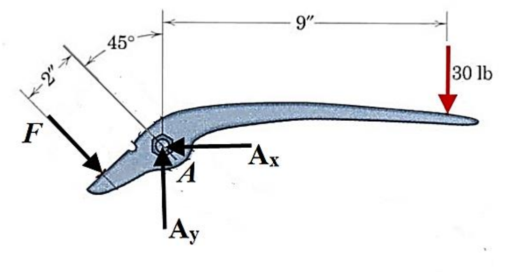
4–66 أحسب القوة المؤثرة على المسمار في (A) للزردية الانزلاقية تحت تأثير قوة قابضة مقدارها (30 lb.)؟



الحل:



$$+\circlearrowleft \sum M_A = 0\ ;\ 30(9) - F(2) = 0$$



$$\therefore F = 135\ lb$$

$$\sum F_x = 0 \;\; ; \;\; A_x - 135\cos 45° - 30 = 0$$

$$\therefore A_x = 95.4\ lb$$

$$\sum F_y = 0 \;\; ; \;\; A_y - 135\sin 45° - 30 = 0$$

$$\therefore A_y = 125.4\ lb$$

$$A = \sqrt{{A_X}^2 + {A_y}^2} = \sqrt{95.4^2 + 125.4^2}$$

$$\therefore \boldsymbol{A = 157.6\ lb}$$

<u>4–67</u> أوجد مركبات جميع القوى المؤثرة على الأجزاء المحملة في الهيكل.

الحل:

من التماثل الكلي للشكل الهندسي للهيكل نستطيع أن نستنتج بأن :

$$C_y = 0$$

ثم $\sum F_y = 0 \; ; \;\; \Rightarrow \;\; \boldsymbol{A_y = P}$

$$+\circlearrowleft \sum M_A = 0 \;\; ; \;\; -PR(1-\cos 45°) + C_x(R) = 0$$

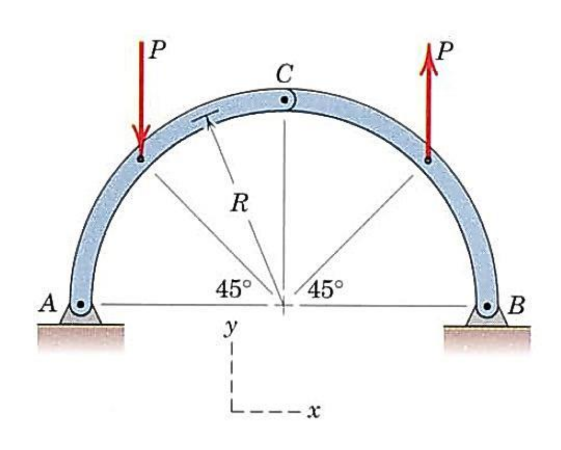
$$\boldsymbol{C_x = 0.293\ R}$$

وأخيراً،

$$\sum F_x = 0 \; ; \;\; \Rightarrow \;\; \boldsymbol{A_x = 0.293\ R}$$

(القوى المؤثرة على الجزء BC ستكون مناظرة ومماثلة لهذه القوى)

68–4 أوجد مركّبات القوى لجميع القوى المؤثرة على كل جزء من الجملون. ما هو الاختلاف الرئيسي بين هذه المسألة والمسألة (67–4)؟



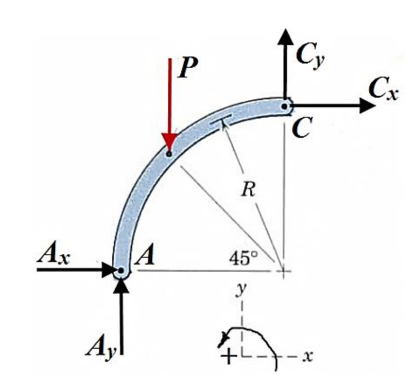
الحل:

الجزء AC

$$\sum F_X = 0\ ;\quad A_x + C_x = 0 \ldots\ldots (1)$$

$$\sum F_y = 0\ ;\quad A_y + C_y = 0 \ldots\ldots (2)$$

$$+\circlearrowleft \sum M_A = 0\ ;\quad C_y(R) - C_x(R) - PR(1 - \cos 45°) = 0 \ \ldots\ldots.. (3)$$

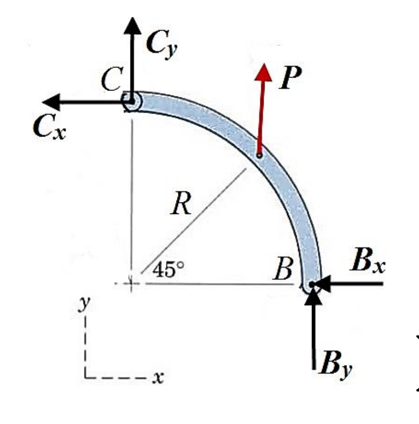


الجزء BC :

$$\sum F_X = 0\ ;\quad -C_x + B_x = 0 \ldots\ldots (4)$$

$$\sum F_y = 0\ ;\ -C_y + B_y = 0 \ldots\ldots (5)$$

$$+\circlearrowleft \sum M_B = 0\ ;\quad C_y(R) + C_x(R) - PR(1 - \cos 45°) = 0 \ \ldots\ldots.. (6)$$



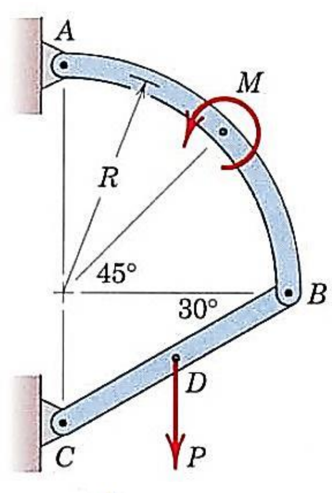
بحل المعادلات الستة سنحصل على:

$$\boldsymbol{A_x = C_x = B_x = 0}$$

$$\boldsymbol{A_y = 0.707\,P\ ; B_y = -0.707\,P}$$

$$\boldsymbol{C_y = 0.293\,P}$$

خلافاً للمسألة (4-67) فأن هذه المسألة غير متماثلة هندسياً.



4−69 سلطت القوة (P) على النقطة الوسطية (D) للجزء (BC). أوجد قيمة المزدوج (M) الذي سيحول قيمة (أ) القوة الأفقية المنتقلة عبر المسمار (B) الى الصفر و (ب) القوة الرأسية المنتقلة عبر المسمار (B) الى الصفر كذلك.

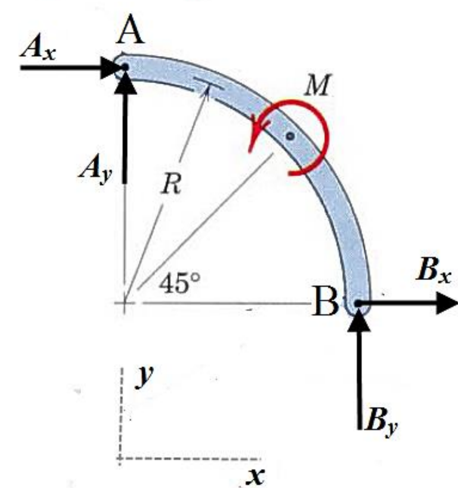
الحل:

للجزء AB

$$\sum F_x = 0 : \quad A_x + B_x = 0 \; \dots\dots\dots\dots (1)$$

$$\sum F_y = 0 : \quad A_y + B_y = 0 \; \dots\dots\dots (2)$$

$$\sum M_A = 0 ; M + B_x(R) + B_y(R) = 0 \; \dots (3)$$

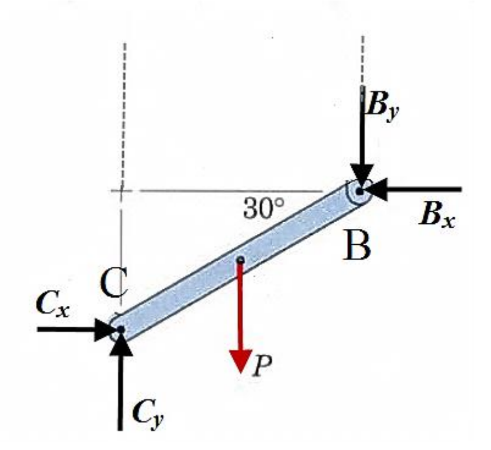


الجزء BC

$$\sum F_x = 0 : \quad C_x - B_x = 0 \; \dots\dots\dots (4)$$

$$\sum F_y = 0 : \quad C_y - B_y - P = 0 \; \dots\dots (5)$$

$$= 0 ; B_x(R\tan 30°) - B_y(R) - P\left(\frac{R}{2}\right) = 0 \; \dots (6)$$



بحل المعادلات الستة سنحصل على:

$$; \quad B_x = 0.634\left(\frac{P}{2} - \frac{M}{R}\right)$$

$$B_y = -0.366\left(\frac{M}{R} - 0.317\,P\right)$$

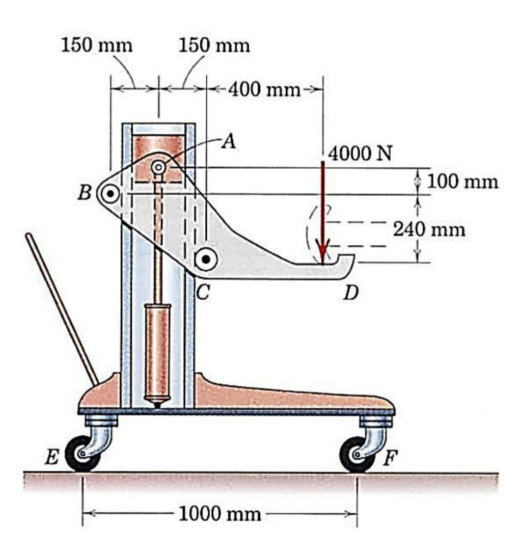
(أ) في حالة $(B_x = 0)$ فأن:

$$M = \frac{PR}{2} \circlearrowleft$$

(ب) في حالة $(B_y = 0)$ فان:

$$M = -0.866\,PR \circlearrowright$$

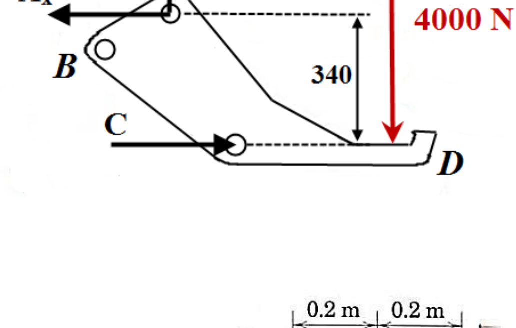
4−70 لقد صُممت رافعة المركبات لتحمل (4000 N) نحو الأسفل. أبدأ بمخطط الجسم الحر للجزء (BCD) ثم أوجد مقدار القوة الساندة بواسطة البكرة (C). لاحظ أن البكرة (B) لا تلامس العمود الرأسي.



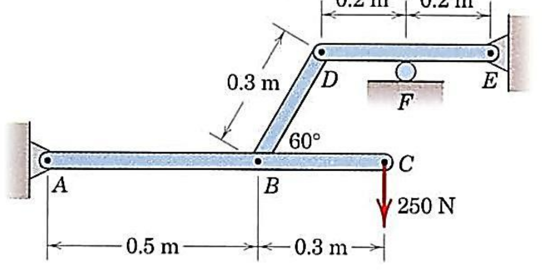
الحل:

$$\sum M_A = 0\,;\;\; C(340) - 4000(550) = 0$$

$$\therefore\; C = 6470\; N$$

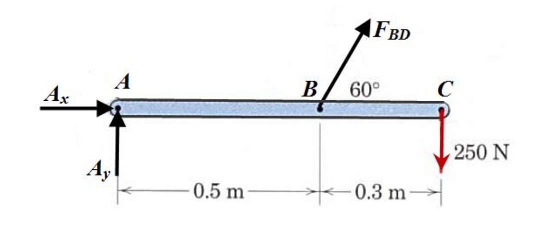


4−71 أوجد ردود الأفعال على الاسطوانة المتدحرجة (F) في الهيكل المحمل والمبين في الشكل.



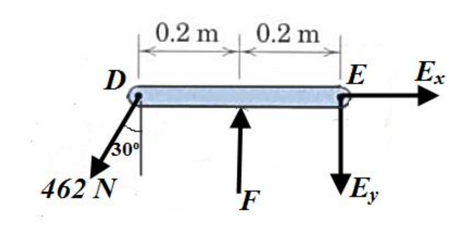


الحل:



$$+\circlearrowleft \sum M_A = 0 \; ; \; F_{BD} \sin 60°(0.5) - 250(0.8) = 0$$

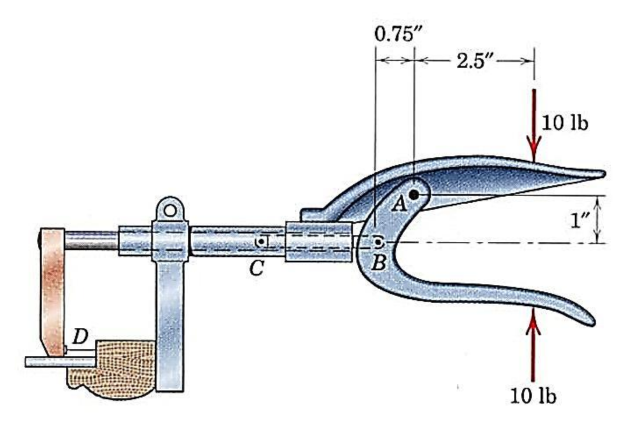
$$\therefore F_{BD} = 462 \; N$$



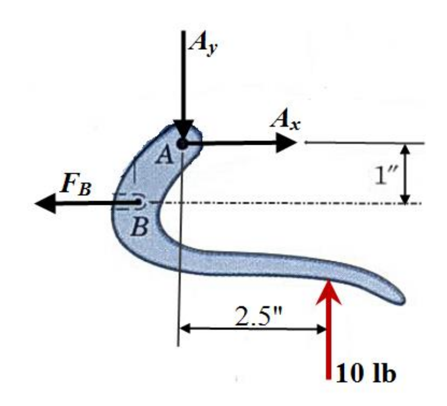
$$+\circlearrowleft \sum M_E = 0 \; ; \; 462 \cos 30°(0.4) - F(0.2) = 0$$

$$\therefore \boldsymbol{F = 800 \; N}$$

<u>4–72</u> الجهاز المبين في الشكل مصمم لتثبيت مسمار في مادة إطار الصورة. للقوة الماسكة بمقدار (10 lb) على الذراعين ، أوجد القوة (F) التي ستؤثر على مسمار التثبيت.



الحل:



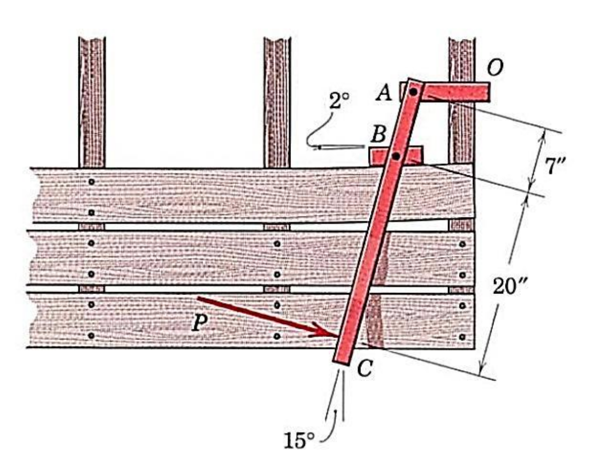
$$+\circlearrowleft \sum M_A = 0 \; ; \; 10(2.5) - F_B(1) = 0$$

$$\therefore F_B = 25 \; lb$$

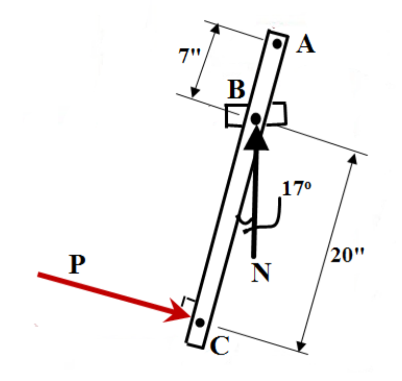
اذاً القوة (F) المؤثرة على مسمار التثبيت هي:

$$\boldsymbol{F = 25 \; lb}$$

<u>4–73</u> يستخدم الجهاز المبين في الشكل للحصول على الاستقامة للألواح قبل أن يتم تثبيتها نهائياً بالدعامات باستخدام المسامير. هنالك تقوس سفلي (غير مبين في الشكل) عند النقطة (O) والذي يثبت الجزء (OA) بالدعامة، بحيث يمكن اعتبار المفصل عند النقطة (A) ثابتاً. للقوة المعطاة (P) والمؤثرة بشكل عمودي على الذراع (ABC) كما مبين، أوجد القوة المناظرة العمودية (N) المسلطة لحناية اللوح قرب النقطة (B). أهمل الاحتكاك.



الحل:

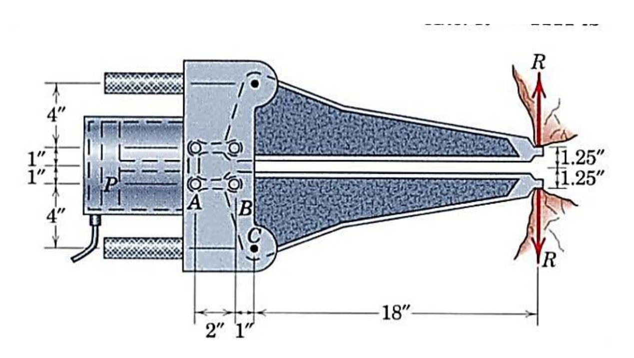


$$+\circlearrowleft M_A = 0$$

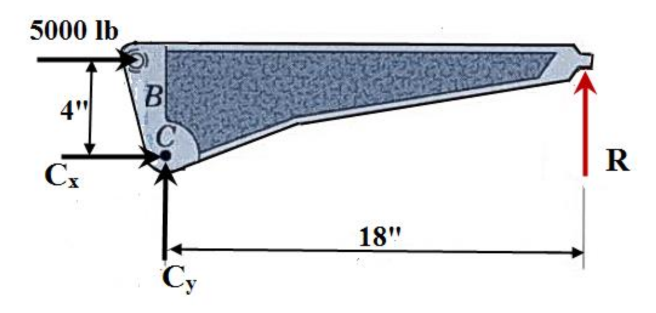
$$P(27) - N\ \sin 17°(7) = 0$$

$$\therefore \boldsymbol{N = 13.19\, P}$$

<u>4–74</u> الشكل يبين (فك الحياة) وهو جهاز يستخدم لإنقاذ الأشخاص المحاصرون تحت الحطام، لذلك يساعد في تحرير المصابين بالحوادث. فاذا كان الضغط الناشيء عند المكبس(P) مقداره ($20\ lb/in^2$.)، أوجد القوة الرأسية (R) التي ستؤثر على الحطام في نهايتي الفك المبين في الشكل. لاحظ بأن الوصلة (AB) ونظيرتها كلاهما أفقيتان في هذا الموضع.



الحل:



قوة المكبس (P) ستساوي:

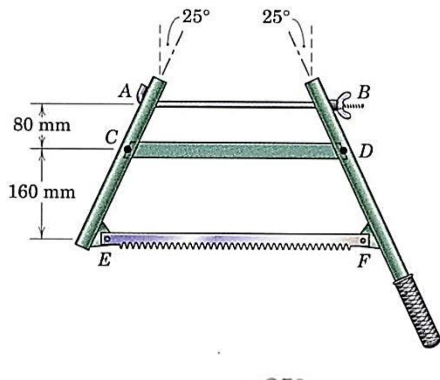
$$P = 500(20) = 10000\ lb$$

القوة على الوصلة (AB):

$$F_{AB} = \frac{10000}{2} = 5000\ lb$$

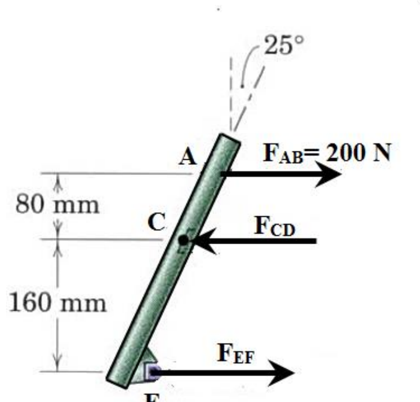
$$+\circlearrowleft M_C = 0\,; R(18) - 5000(4) = 0$$

$$\therefore \boldsymbol{R = 1111\ lb}$$



75–4 لقد تم تضييق صامولة المنشار (B) حتى حدث شد في الذراع (AB) مقداره (200 N) . أوجد القوة في نَصل المنشار (EF) وقيمة (F) للقوة الساندة للمسمار (C)؟

الحل:



$$+\circlearrowleft M_C = 0\,; -200(80) + F_{EF}(160) = 0$$

$$\therefore \boldsymbol{F_{EF} = 100\ N}\ (\text{شد})$$

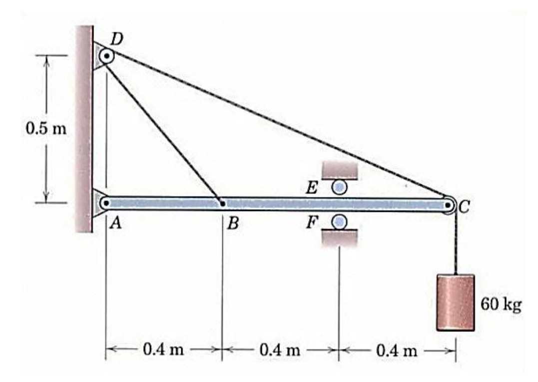
$$+\rightarrow \sum F = 0\,;\quad 200 - F_{CD} + 100 = 0$$

$$\therefore \boldsymbol{F_{CD} = 300\ N}$$

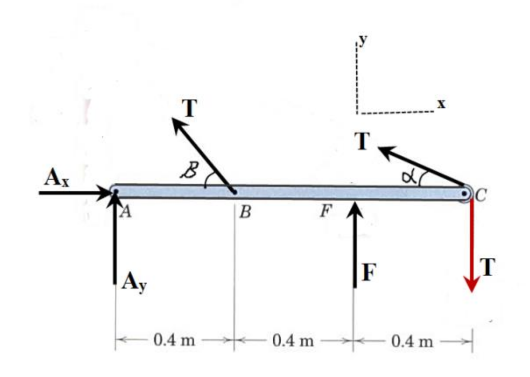
لذلك فالقوة الساندة بواسطة المسمار (C) ستكون:

$$\therefore \boldsymbol{F = 300\ N}$$

<u>4–76</u> أوجد قيمة رد الفعل للمسمار عند النقطة (A) وقيمة واتجاه رد فعل القوة عند الاسطوانة المتدحرجة. البكرتان عند (C) و (D) هما صغيرتان.



الحل:



$$T = 60(9.81) = 589\ N$$

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{0.5}{1.2}\right) = 22.6°$$

$$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{0.5}{0.4}\right) = 51.3°$$

$$+\circlearrowleft M_C = 0\ ; T\sin\beta\,(0.4) + T\sin\alpha\,(1.2) - T(1.2) + F(0.8) = 0$$

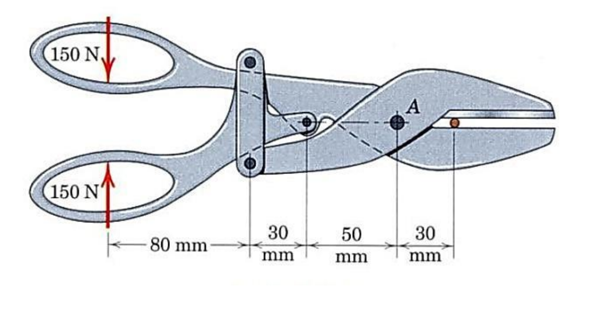
$$\therefore \boldsymbol{F = 314\ N}$$

(ملامسة الى الاسطوانة المتدحرجة السفلى)

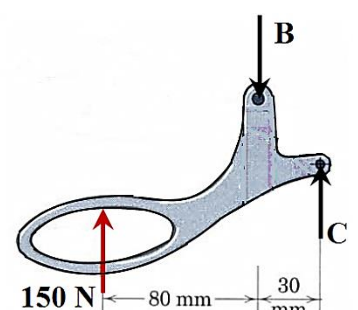
$$\sum F_x = 0\ ;\ \ A_x - T\cos\beta - T\cos\alpha = 0\ ;\ \ \therefore A_x = 911\ N$$

$$\sum F_y = 0\ ;\ \ A_y + T\sin\beta + T\sin\alpha - T + F = 0\ ;\ \ \therefore A_y = -411\ N$$

$$\boldsymbol{A = \sqrt{{A_x}^2 + {A_y}^2} = \sqrt{911^2 + 411^2} = 999\ N}$$



<u>4–77</u> العدة المبينة في الشكل مصممة لاستبدال مقص السمكري العادي عندما تتطلب عملية القص قوى كبيرة لإنجاز ذلك. فاذا كانت القوة المسلطة على مقبض المقص (150 N)، فما هي قوة القص (P) على بعد مسافة (30 mm) على طول النصل القاطع مقاسةً من المسمار (A)؟

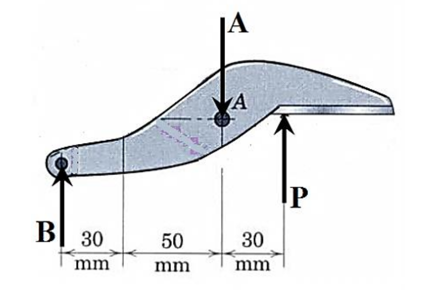


الحل:

<u>(المقبض)</u>

$$\sum M_C = 0 ; \quad 150(110) - B(30) = 0$$

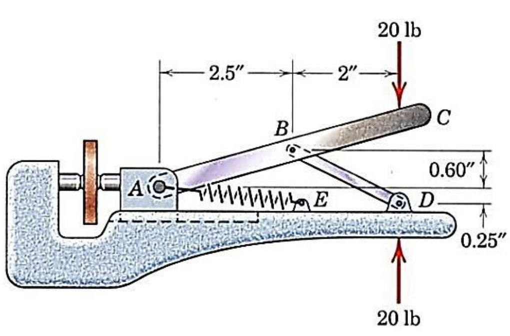
$$\therefore B = 550\ N$$

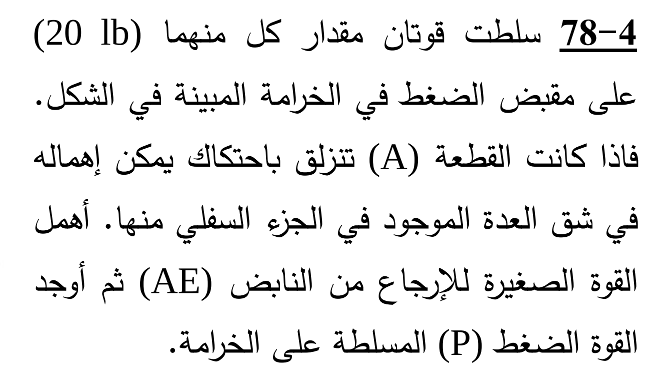


<u>(الفك أو النصل)</u>

$$\sum M_A = 0 ; \quad 550(80) - P(30) = 0$$

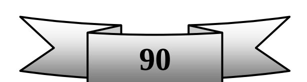
$$\therefore \boldsymbol{P = 1467\ N}$$





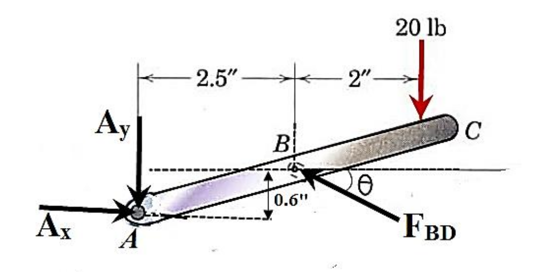
<u>4–78</u> سلطت قوتان مقدار كل منهما (20 lb) على مقبض الضغط في الخرامة المبينة في الشكل. فاذا كانت القطعة (A) تنزلق باحتكاك يمكن إهماله في شق العدة الموجود في الجزء السفلي منها. أهمل القوة الصغيرة للإرجاع من النابض (AE) ثم أوجد القوة الضغط (P) المسلطة على الخرامة.

الحل:



نعزل الجزء (ABC):

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{0.85}{2}\right) = 23°$$



$$+\circlearrowleft M_A = 0\,;-20(4.5) + F_{BD}\cos\theta\,(0.6) + F_{BD}\sin\theta\,(2.5) = 0$$

$$\therefore F_{BD} = 58.8\ lb$$

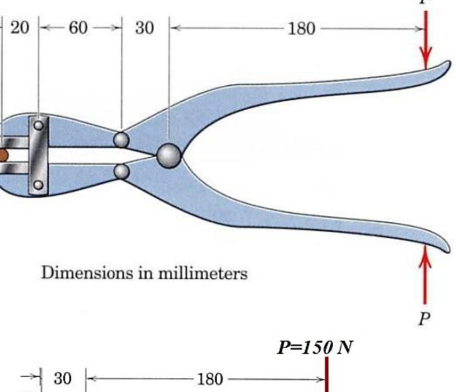
$$\sum F_x = 0\ ;\ A_x - 58.8\ \cos\theta = 0\ ;$$

$$\therefore A_x = 54.1\ lb$$

لذلك فان قوة الضغط على الخرامة ستساوي:

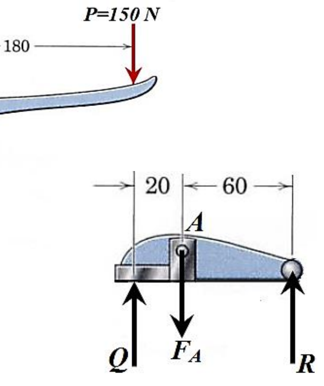
$$\boldsymbol{P = 54.1\ lb}$$

4–79 تعمل عدة قطع اللوالب الصغيرة يدوياً لقص اللوالب والقضبان الصغيرة كما مبينة في الشكل. فاذا كانت مقدار قوة المسك في المقبض (P=150 N) ، أوجد القوة (Q) التي ستنشأ عند كل فك من فكيها على القضيب المراد قطعه.



الحل:

المقبض:



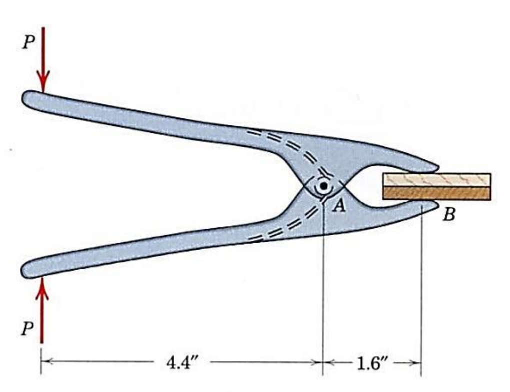
$$+\circlearrowleft M_B = 0\,; 30R - 150(180) = 0$$

$$\therefore R = 900\ N$$

الفك القاطع:

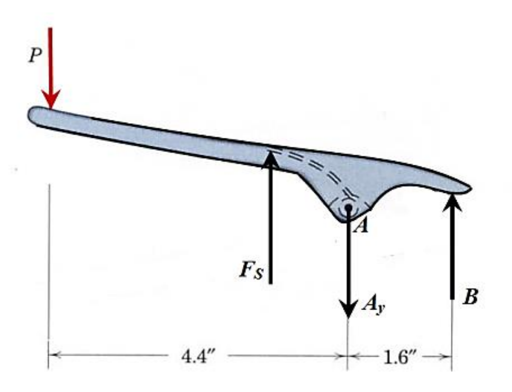
$$+\circlearrowleft M_A = 0\,; 900(60) - Q(20) = 0$$

$$\boldsymbol{\therefore Q = 2700\ N = 2.7\ kN}$$



4−80 في الكماشة المبينة في الشكل هنالك نابض داخلي حول المسمار (A) وتمتد نهايتي النابض تحت السطح الداخلي لمقبضي الكماشة لتزويدها بالقوة الماسكة المطلوبة. في الوضع المبين في الشكل، لقد تطلب تسليط قوة مقدارها (6 lb) لتحرير القطعة من الكماشة. أوجد القوة الضاغطة عند النقطة (B) اذا كانت (P = 0).

الحل:



المقبض الأعلى:

(قوة النابض F_S تؤثر على موقع غير معلوم)

عندما تحرر الكماشة :

$B = 0$

$$+\circlearrowleft M_A = 0\,;P(4.4) - M_{F_S} = 0$$

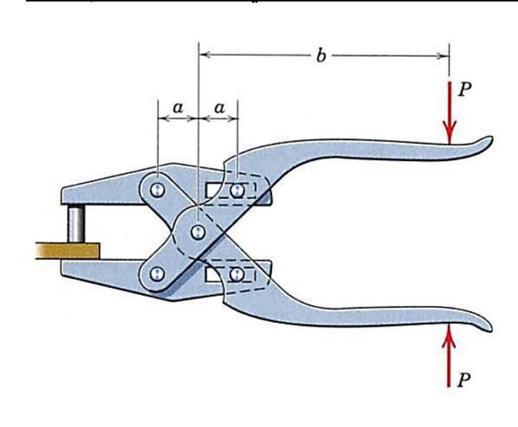
$$M_{F_S} = 4.4\,P = 4.4(6) = 26.4\ lb.in.$$

حيث أن M_{F_S} هو العزم المسلط من قبل النابض على المقبض.

عندما $P = 0$:

$$+\circlearrowleft M_A = 0\,;\quad B(1.6) - 26.4 = 0$$

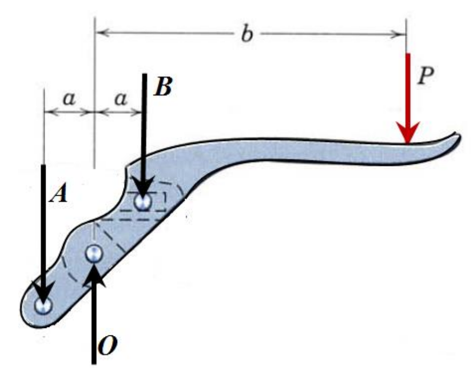
$$\therefore\ \boldsymbol{B = 16.5\ lb}$$



4−81 لخرامة الورق المبينة في الشكل أوجد القوة الثاقبة (Q) المناظرة الى قوة الماسكة اليدوية (P).

الحل:

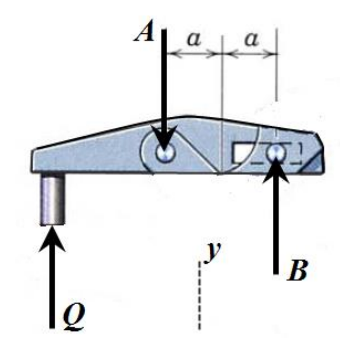
(المقبض)



$$+\circlearrowleft M_o = 0\,;\ -Pb + Aa - Ba = 0$$

$$\therefore\ Pb = a(A - B)\ \ldots\ldots..(1)$$

(الفك)

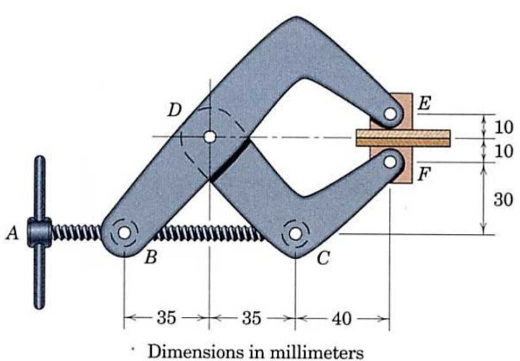


$$\sum F_y = 0\ ;\ \ Q = A - B\ \ \ldots\ldots\ldots..(2)$$

من المعادلتين (1) و(2) نحصل على:

$$Pb = Qa\ ;\ \rightarrow\ \boldsymbol{Q = P\left(\frac{b}{a}\right)}$$

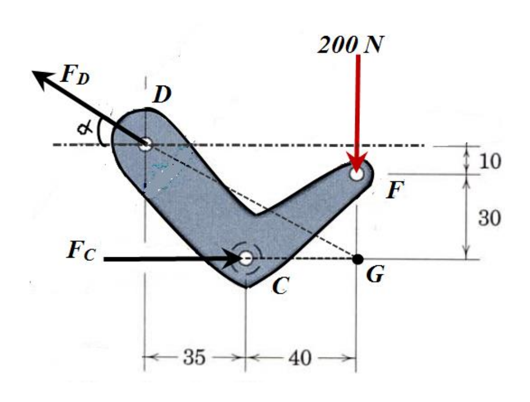
4−82 لقد تم تعديل ضبط الكماشة المبينة في الشكل بحيث ستتكون قوتين ضاغطتين مقدار كل منهما (200 N) ستؤثران على اللوح الموجود بين محوري المقبض. أوجد القوة في المحور الملولب (BC) وقيمة رد الفعل في المسمار (D).



Dimensions in millimeters

الحل:

في الجزء DCF هنالك ثلاث قوى مؤثرة وجميعها تلتقي في G.



$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{40}{70}\right) = 28.1°$$

$$\sum F_y = 0 \; ; \; -200 + F_D \sin\alpha = 0$$

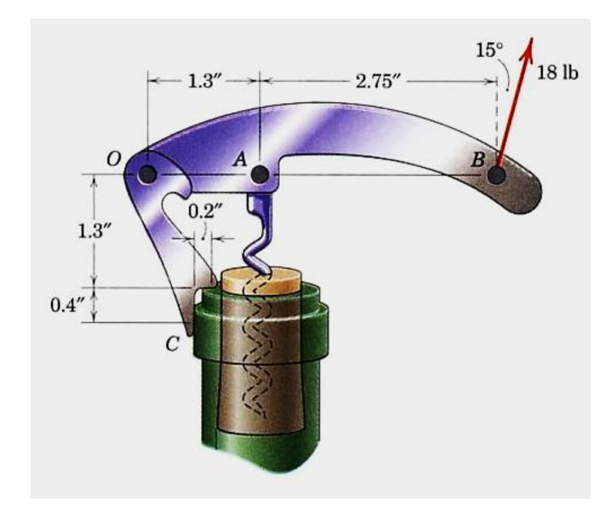
$$\therefore \boldsymbol{F_D = 425\ N}$$

$$\sum F_x = 0 \; ; \; F_C - D \cos\alpha = 0 \; ;$$

$$\therefore \boldsymbol{F_C = 375\ N}$$

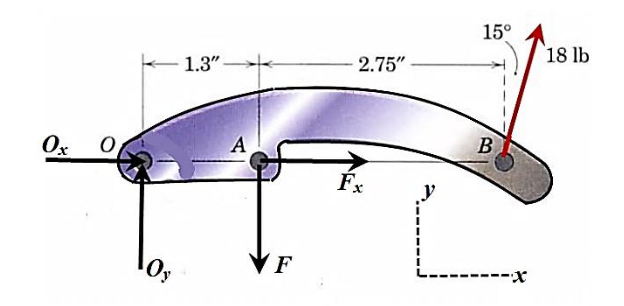
(BC في حالة إنضغاط)

83–4 سلطت قوة مقدارها (18 lb.) على الذراع (OAB) لمفتاح السدادة الفلينية المبينة في الشكل. أوجد قوة الفتح (F) التي ستؤثر على السدادة.



الحل:

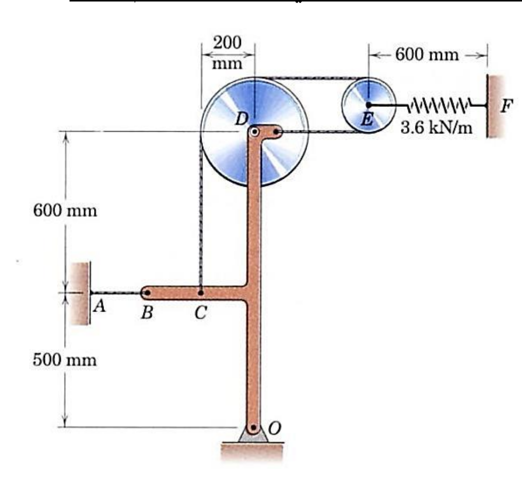
$$+↺ M_o = 0 \, ; \; -F(1.3) + 18\cos 15°(1.3 + 2.75) = 0$$



$$\therefore \boldsymbol{F = 54.2\ lb}$$

(ملاحظة: معاملة الجزء OC كجزء سيتعرض الى ثلاث قوى سوف يؤدي الى اضطرارنا لإيجاد علاقة بين O_x و O_y .)

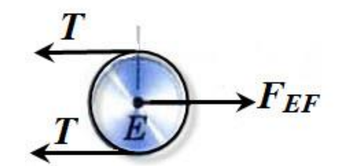
4–84 اذا كان طول النابض الغير متمطى (EF) هو (300 mm). أوجد قيمة رد فعل المسمار في (O).



الحل:

$$F_{EF} = k\delta = 3600(0.6 - 0.3)$$

$$F_{EF} = 1080\ N$$

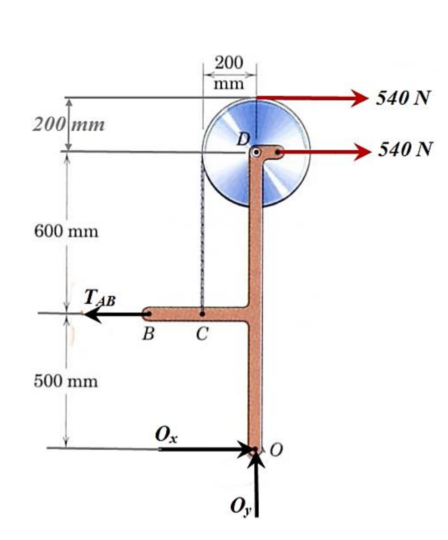


$$+\rightarrow \sum F = 0\ ;\ \ F_{EF} - 2T = 0$$

$$\therefore T = 540\ N$$

$$+\circlearrowleft M_o = 0\ ;\ -540(1300) - 540(1100) + T_{AB}(500) = 0$$

$$\therefore T_{AB} = 2590\ N$$



$$+\rightarrow \sum F = 0\ ;\ \ O_x - 2590 + 2(540) = 0$$

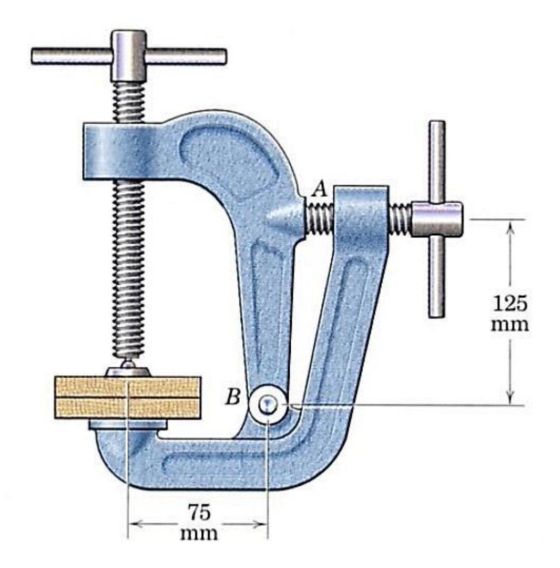
$$\therefore O_x = 1512\ N$$

$$\therefore O_y = 0$$

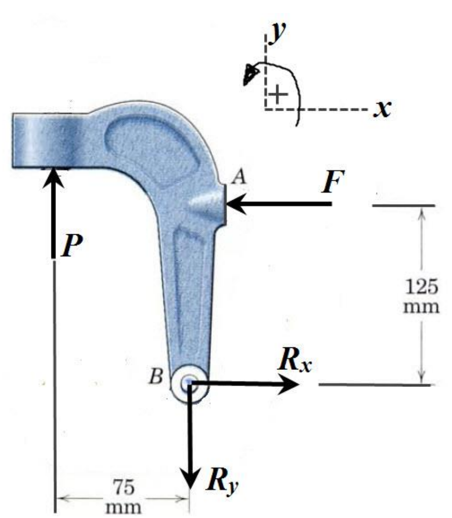
لذلك فأن:

$$\boldsymbol{F_O = 1512\ N}$$

4–85 تستخدم الملزمة المزدوجة المبينة في الشكل لتزويد قوة مسك اضافية بموضع إيجابي. فاذا كان اللولب الرأسي قد تم قمطه للحصول على قوة قمط مقدارها (3 kN) ومن ثم تم قمط اللولب الأفقي كذلك حتى تم مضاعفة القوة فيه عند النقطة (A) ، أوجد رد الفعل الكلي (R) في المسمار عند النقطة (B).



الحل:



اذا كانت (P = 3 kN) فأن:

$$+\circlearrowleft M_B = 0\,;\; F(125) - -3(75) = 0$$

$$\therefore\; F = 1.8\; kN$$

في حالة :

$$F = 2(1.8) = 3.6\; kN, \quad P = 2(3) = 6\; kN$$

$$\sum F_x = 0\;;\; R_x - 3.6 = 0$$

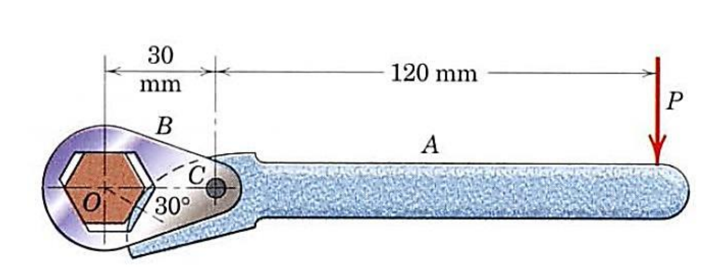
$$\therefore\; R_x = 3.6\; kN$$

$$\sum F_y = 0\;;\; -R_y + 6 = 0$$

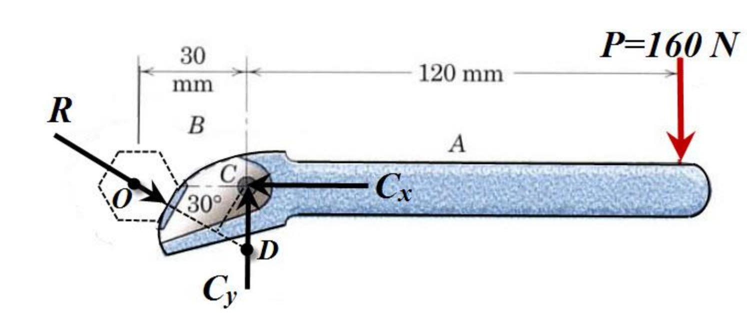
$$\therefore\; R_y = 6\; kN$$

$$\boldsymbol{R = \sqrt{R_x{}^2 + R_y{}^2} = 7.0\; kN}$$

4–86 يدور مفتاح الربط الخاص ذو الرأس (B) حول المحور (C) باستخدام الذراع (A) ليستوعب مدى أحجام مختلفة من رؤوس البراغي السداسية الشكل. للحجم الاسمي للبرغي المبين حيث مركزه (O) والمسمار (C) باستقامة مع الذراع، أحسب قيمة القوة الساندة بواسطة المسمار (C) اذا كانت (P = 160 N) . أفرض أن سطح رأس البرغي أملساً.



الحل:



$$_{O} = 0\ ;\ C_y(30) - 160(150) = 0$$

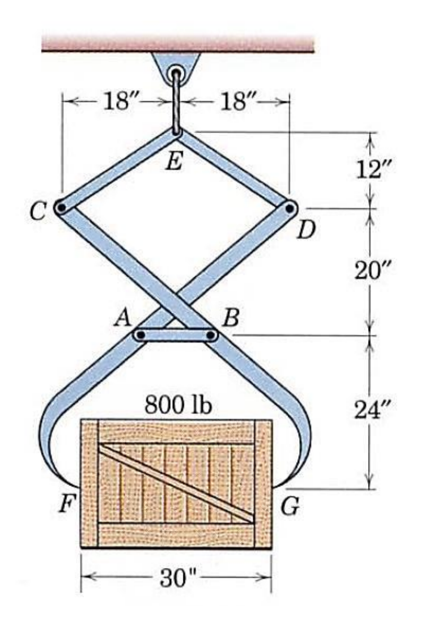
$$\therefore\ C_y = 800\ N$$

$$+\circlearrowleft M_D = 0\ ;\ C_x(30\tan 30^\circ) - 160(120) = 0$$

$$\therefore\ C_x = 1109\ N$$

$$C = \sqrt{{C_x}^2 + {C_y}^2} = \sqrt{1109^2 + 800^2} = \mathbf{1367\ N}$$

4–87 أحسب القوة في الوصلة (AB) في شوكتي الرفع واللتين تتقاطعا دون أن تتماسا.

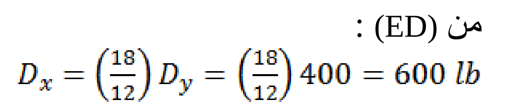


الحل:

من الشوكة كلها:

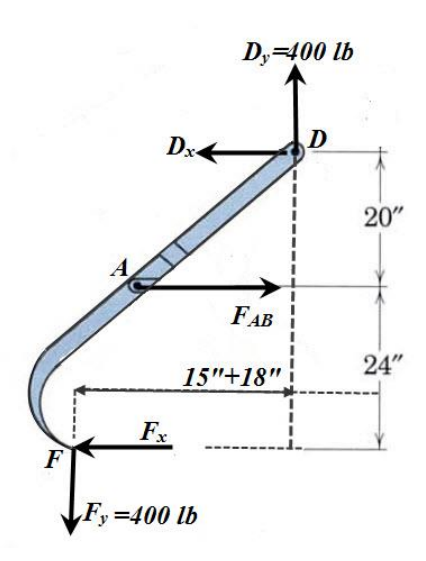
$$D_y = \frac{1}{2}(800) = 400\ lb = F_y$$

من (ED) :



$$D_x = \left(\frac{18}{12}\right) D_y = \left(\frac{18}{12}\right) 400 = 600\ lb$$

من الجزء (DF):

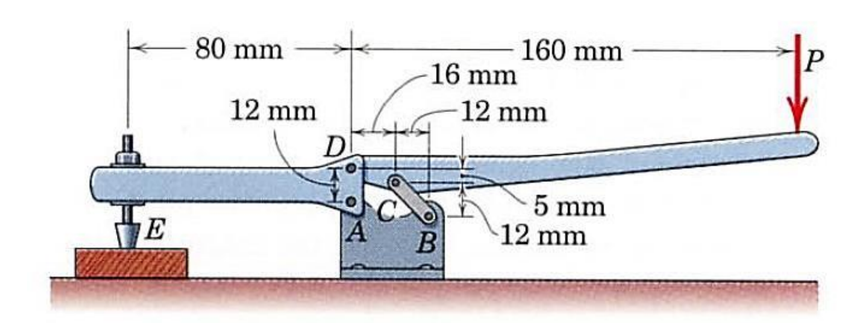


$$\sum M_F = 0\ ;$$

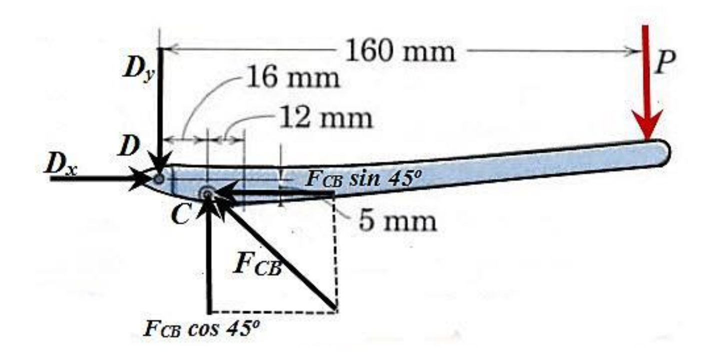
$$F_{AB}(24) - 600(44) - 400(18+15) = 0$$

$$\therefore\ F_{AB} = 1650\ N\ \text{(شد)}$$

4–88 أوجد قوة القمط الرأسية عند (E) بدلالة القوة (P) المسلطة على المقبض المفصلي للكماشة.



الحل:

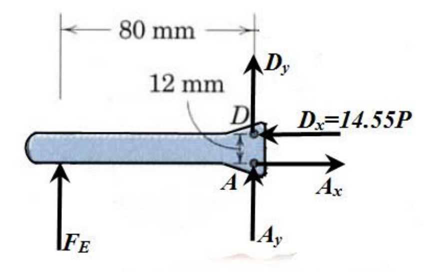


$$+\circlearrowleft M_D = 0\ ;\ P(160) + F_{CB}\sin 45°(5) - F_{CB}\cos 45°\,(16) = 0$$

$$\therefore F_{CB} = 20.6\,P$$

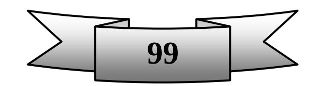
$$+\rightarrow \sum F = 0\ ;\ D_x - 20.6\sin 45° = 0$$

$$\therefore D_x = 14.55\,P$$

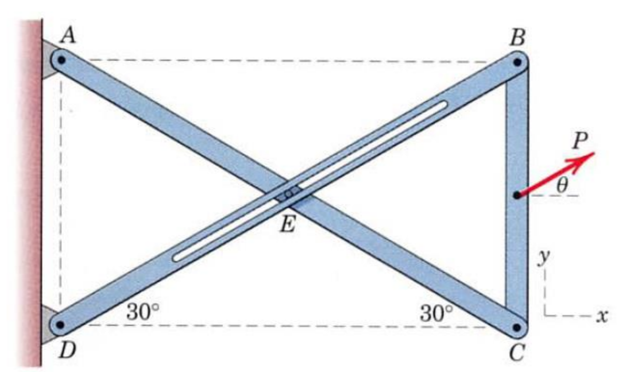


$$+\circlearrowleft M_A = 0\ ;\ F_E(80) - 14.55\,P\,(12) = 0\ ;\quad \rightarrow\ \boldsymbol{F_E = 2.18\,P}$$

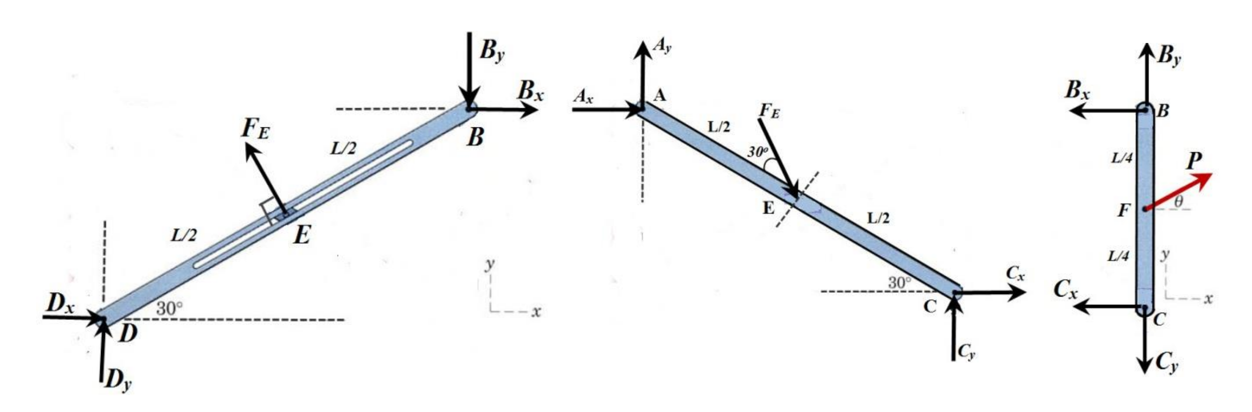
(ملاحظة: هنالك فائدة ميكانيكية ستزداد كلما أصبح الجزء CB أكثر استقامة مع CD)



4–89 أوجد المركبتين (x) و (y) لجميع القوى المؤثرة على كل جزء مُحمَّل في الهيكل في الحالات التالية: (أ) θ = 0° و (ب) θ = 30°. القوة (P) سلطت عند منتصف الجزء (BC).



الحل: (سنفرض أن طول كل من BD و AC يساوي L)



(أ) θ = 0°

للجزء BD:

$$\sum F_x = 0\,;\;\; B_x + D_x + F_E \sin 30° = 0 \;\; ...(1)$$

$$\sum F_y = 0\,;\;\; -B_y + D_y + F_E \cos 30° = 0 \;\; ...(2)$$

$$\sum M_D = 0\,;\;\; F_E\left(\frac{L}{2}\right) - B_y \cos 30°(L) - B_x \sin 30°(L) = 0 \;\; ...(3)$$

الجزء AC:

$$\sum F_x = 0\,;\;\; A_x + C_x + F_E \sin 30° = 0 \;\; ...(4)$$

$$\sum F_y = 0\,;\;\; A_y + C_y - F_E \cos 30° = 0 \;\; ...(5)$$

$$\sum M_F = 0\,;\;\; B_x \sin 30°\left(\frac{L}{2}\right) - C_y L \cos 30° + C_x \sin 30°(L) = 0 \;\; ...(6)$$

الجزء BC:

$$\sum F_x = 0\ ;\ \ -B_x - C_x + P = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots..\ldots(7)$$

$$\sum F_y = 0\ ;\ \ B_y - C_y = 0 \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots..(8)$$

$$\sum M_A = 0\ ;\ \ -F_E\left(\frac{L}{4}\right) - C_x\left(\frac{L}{4}\right) = 0 \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(9)$$

حل المعادلات التسعة سنحصل منها على:

$\boldsymbol{A_x = -P/2}$; $\boldsymbol{C_x = P/2}$

$\boldsymbol{A_y = 0.289\,P}$; $\boldsymbol{C_y = -0.289\,P}$

$\boldsymbol{B_x = \left(\frac{P}{2}\right)}$; $\boldsymbol{D_x = -P/2}$

$\boldsymbol{B_y = -0.289\,P}$; $\boldsymbol{D_y = -0.289\,P}$

$\boldsymbol{F_E = 0}$

(ب) $\boldsymbol{\theta = 30°}$

جميع المعادلات ستكون مماثلة للمعادلات السابقة باستثناء المعادلتين (7) و (8):

$$\sum F_x = 0\ ;\ \ -B_x - C_x + P\cos 30° = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots..\ldots(7)$$

$$\sum F_y = 0\ ;\ \ B_y - C_y + \left(\frac{P}{2}\right) = 0 \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots..(8)$$

وحل المعادلات سيعطينا النتائج التالية:

$\boldsymbol{A_x = 0.433\,P}$; $\boldsymbol{C_x = 0.433\,P}$

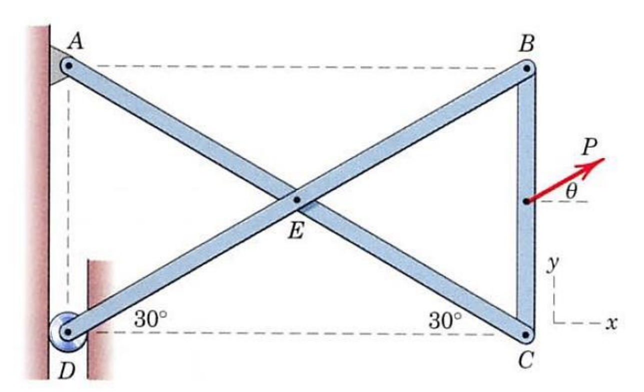
$\boldsymbol{A_y = -0.75\,P}$; $\boldsymbol{C_y = -0.75\,P}$

$\boldsymbol{B_x = 0.433\,P}$; $\boldsymbol{D_x = -1.299\,P}$

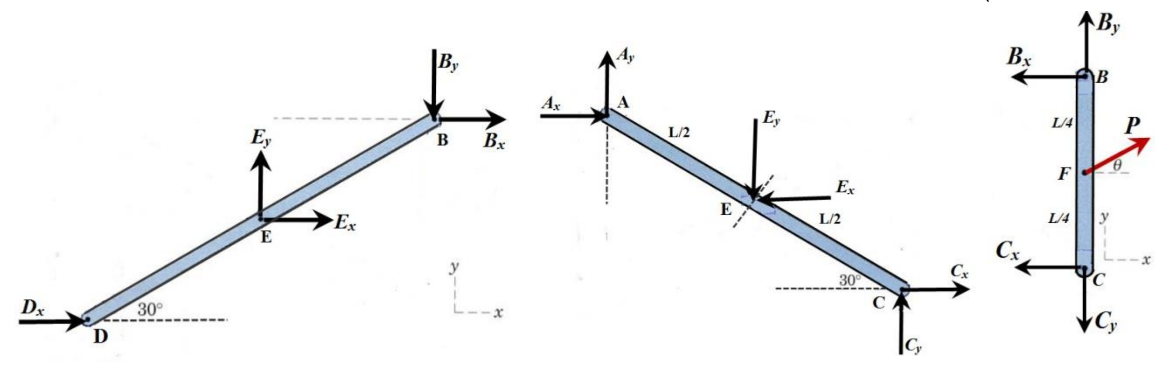
$\boldsymbol{B_y = -1.25\,P}$; $\boldsymbol{D_y = 0.25\,P}$

$\boldsymbol{F_E = -1.732\,P}$

4–90 أوجد المركبتين (x) و (y) لجميع القوى المؤثرة على كل جزء مُحمَّل في الهيكل في الحالات التالية: (أ) $\theta = 0°$ و (ب) $\theta = 30°$. القوة (P) سلطت عند منتصف الجزء (BC).



الحل: (سنفرض أن طول كل من BD و AC يساوي L)



(أ) $\theta = 0°$

للجزء BD:

$$\sum F_x = 0\ ;\ \ B_x + D_x + E_x = 0\ \dots\dots\dots\dots.(1)$$

$$\sum F_y = 0\ ;\ \ -B_y + E_y = 0\ \dots\dots\dots\dots\dots(2)$$

$$\sum M_D = 0\ ;\ \ E_y\left(\frac{L}{2}\right)\cos 30° - B_y\,(L)\cos 30° - E_x\left[\frac{L}{2}\right]\sin 30° - B_x\,L\sin 30° = 0\ \dots(3)$$

الجزء AC:

$$\sum F_x = 0\ \ \ \ ;\ \ A_x + C_x - E_x = 0\ \dots\dots\dots\dots..(4)$$

$$\sum F_y = 0\ ;\ \ A_y + C_y - E_y = 0\ \dots\dots\dots\dots\dots(5)$$

$$\sum M_A = 0\,;\ \ -E_x \sin 30°\left(\frac{L}{2}\right) - E_y\left[\frac{L}{2}\right]\cos 30° + C_y \cos 30°(L) = 0\ \ldots (6)$$

الجزء BC:

$$\sum F_x = 0\,;\ \ -B_x - C_x + P = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

$$\sum F_y = 0\,;\ \ B_y - C_y = 0 \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

$$\sum M_F = 0\,;\ \ B_x\left(\frac{L}{4}\right) - C_x\left(\frac{L}{4}\right) = 0 \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

حل المعادلات التسعة سنحصل منها على:

$$A_x = -P/2 \quad ; \quad C_x = P/2$$

$$A_y = 0 \quad ; \quad C_y = -0.577\,P$$

$$B_x = \left(\frac{P}{2}\right) \quad ; \quad D_x = -P/2$$

$$B_y = -0.577\,P \quad ; \quad E_y = -0.289\,P$$

$$E_x = 0$$

(ب) $\theta = 30°$

جميع المعادلات ستكون مماثلة للمعادلات السابقة باستثناء المعادلتين (7) و (8):

$$\sum F_x = 0\,;\ \ -B_x - C_x + P\cos 30° = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

$$\sum F_y = 0\,;\ \ B_y - C_y + \left(\frac{P}{2}\right) = 0 \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

وحل المعادلات سيعطينا النتائج التالية:

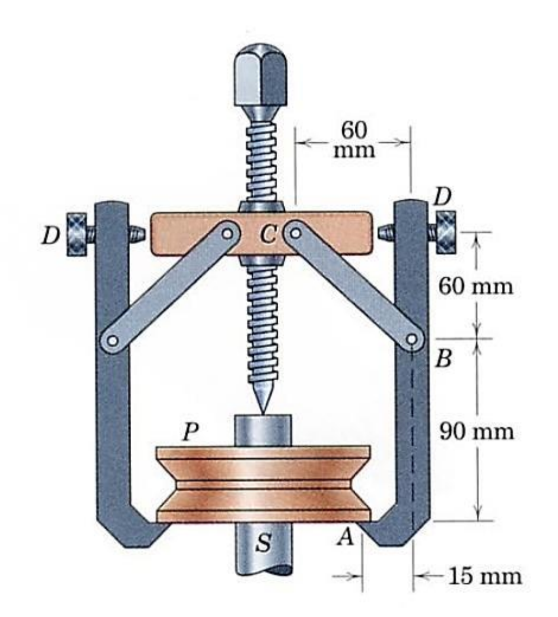
$$A_x = 0.433\,P \quad ; \quad C_x = 0.433\,P$$

$$A_y = -\frac{P}{2} \quad ; \quad C_y = -P/2$$

$$B_x = 0.433\,P \quad ; \quad D_x = -1.299\,P$$

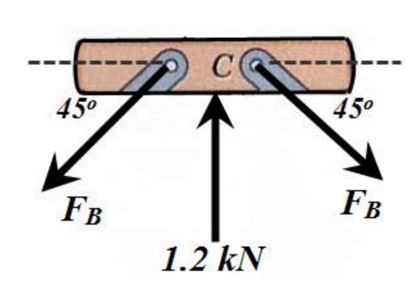
$$E_x = 0.866\,P \qquad ; \qquad B_y = -P$$

$$F_E = -P$$



<u>4−91</u> يوضح الشكل جهاز لنزع البكرات وهو مصمم لإزالة البكرة (P) ذات الأخدود على شكل حرف (V) من المحور (S) والذي ترتبط به بقوة وذلك بواسطة لولب مركزي. فاذا بدأت البكرة بالانزلاق حول المحور عند تسليط قوة إنضغاطية من قبل اللولب مقدارها (1.2 kN) ، أحسب قيمة القوة الساندة عند كلا الفكين عند (A). برغيا التعديل في (D) يسندان القوة الأفقية ويحافظان على الذراعين بحالة متوازية مع اللولب المركزي.

الحل:



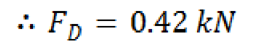
(القطعة العليا واللولب)

$$\sum F_y = 0\,; \quad -2F_B \sin 45° + 1.2 = 0$$

$$\therefore\ F_B = 0.849\ kN$$

(الجزء ABD)

$$\sum M_A = 0\,; \quad F_D(150) - 0.849\cos 45°(90) - 0.849\sin 45°(15) = 0$$



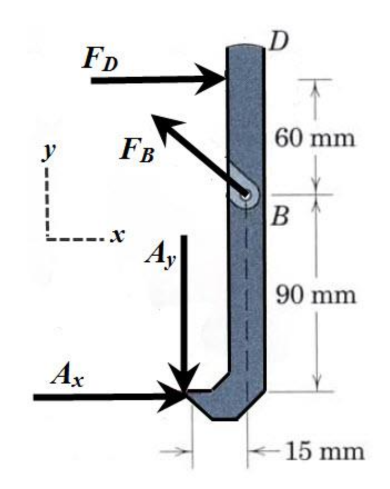
$$\therefore\ F_D = 0.42\ kN$$

$$\sum F_x = 0\,; \quad A_x - 0.849\cos 45° + 0.42 = 0$$

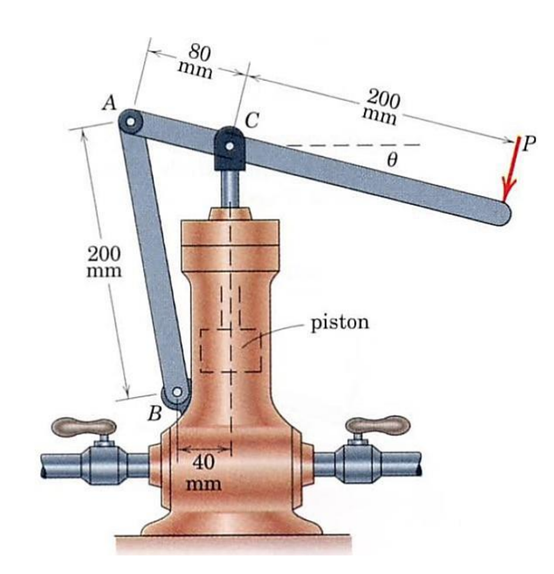
$$\therefore\ A_x = 0.18\ kN$$

$$\sum F_y = 0\,; \quad -A_y + 0.849\sin 45° = 0$$

$$\therefore\ A_y = 0.6\ kN$$



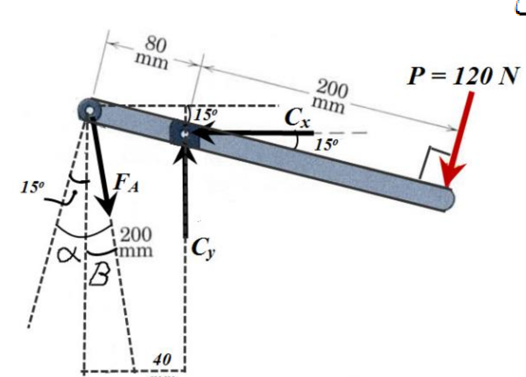
$$A = \sqrt{{A_x}^2 + {A_y}^2} = \sqrt{0.18^2 + 0.6^2} = \mathbf{0.626\ kN}$$



92−4 الشكل يبين مضخة يدوية عالية الضغط تستخدم لزيادة ضغط الزيت في خط هيدروليكي. عندما يكون المقبض في حالة اتزان، عندما تكون (θ = 15°) تحت تأثير القوة (P = 120 N) ، أوجد ضغط الزيت (p) الذي سيؤثر على قطر المكبس والذي مقداره (46 mm) . (الضغط في أعلى المكبس هو الضغط الجوي)

الحل:

$$\text{مساحة المكبس} = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi(0.046)^2}{4} = 1.66 \times 10^{-3} m^2$$



$$\sin\beta = \frac{80\cos 15° - 40}{200}\ ;\ \therefore \beta = 10.74°$$

$$\alpha = \beta + 15° = 25.7°$$

$$\sum M_C = 0\ ;\ 120(200) - F_A \cos 25.7°(80) = 0$$

$$\therefore F_A = 333\ N$$

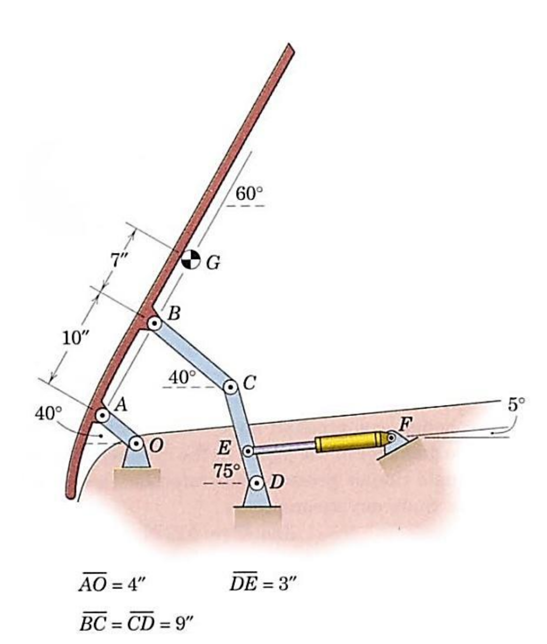
$$\sum F_y = 0\ ;\ C_y - 120\ \cos 15° - 333 \cos 10.74° = 0$$

$$\therefore C_y = 443\ N$$

بالنسبة للمكبس فأن:

$p\left(\text{المساحة}\right) = C_y\ ;\ \therefore p = \dfrac{443}{1.66\times 10^{-3}} = \mathbf{267\ \times 10^3 N/m^2}$

أو $\mathbf{p = 267\ kPa}$



4−93 الشكل يبين مفصل الغطاء الأمامي لمحرك سيارة. الوصلتان الخفيفتان (BC) و (CD) مدعمتين بالوصلة ذات الغاز المضغوط (EF) تَمسك غطاء المحرك في حالة الفتح. في هذا الموضع، سيكون الغطاء حر الحركة الدورانية حول المسمار (O) : والمسمار (A) سوف يُقفَل حتى يتم تخفيض الغطاء الى الوضع الذي سيكون فيه قريباً من الشكل الأفقي. فاذا كان وزن الغطاء (80 lb) ومركز ثقله في (G) ، أوجد أدنى قوة إنضغاطية (C) في الوصلة المجهزة بالضغط والتي ستبقي الغطاء في الوضع المفتوح. لاحظ أن هنالك وصلتين (OA) موقعهما في مقدمة السيارة، لكن توجد واحدة فقط منهما وضعت في الجانب الأيمن من مقدمة السيارة.

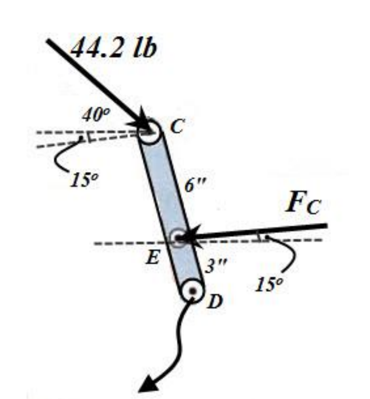
الحل:

$\overrightarrow{OB}^2 = 4^2 + 10^2 - 2(4)\cos 100°\ ;\ \overrightarrow{OB} = 11.4\ in.$

$\dfrac{\sin\beta}{4} = \dfrac{\sin 100°}{11.4}\quad ;\quad \beta = 20.2°$

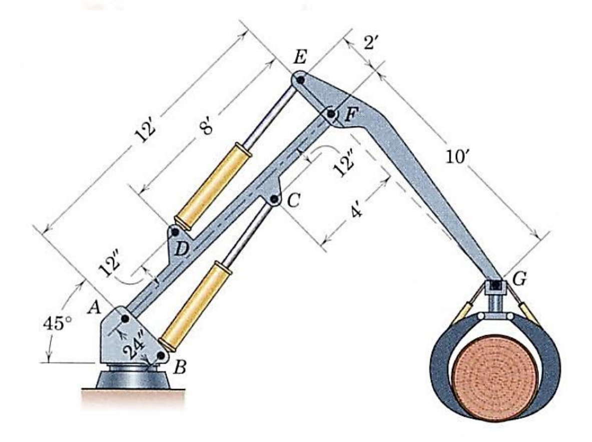
$$+\circlearrowleft \sum M_O = 0\,;\; -80(17\cos 60° - 4\cos 40°) + F_{BC}[11.4\sin(80° - 20.2°)] = 0$$

$$\therefore F_{BC} = 44.2\ lb$$

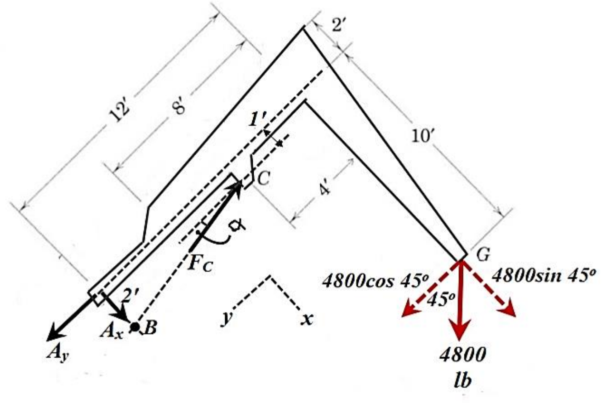


$$+\circlearrowleft \sum M_D = 0\,;\; -44.2\cos 55°(9) + F_C\cos 10°(3) = 0$$

$$\therefore \boldsymbol{F_C = 77.2\ lb}$$



<u>4–94</u> في الموضع الخاص المبين لذراع الرافعة، تكونا ذراعي التطويل (AF) و (EG) عند زاويتين قائمتين بالنسبة لبعضها البعض ويكون (AF) عمودياً على (AB). فاذا كان الذراع يحمل وزناً قدره (4800 lb.)، أحسب القوة الساندة بواسطة المسمارين (A) و (D) في هذا الموضع نتيجة للوزن على الذراع.



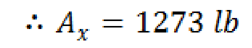
الحل:

$$\tan\alpha = \frac{1}{8} \quad ; \quad \therefore \alpha = 7.13°$$

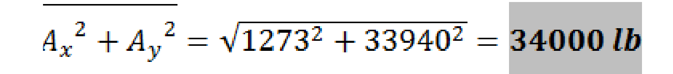
$$45°(10 - 2) - 4800\sin 45°(12) = 0$$

$$\therefore A_Y = 33{,}940\ lb$$

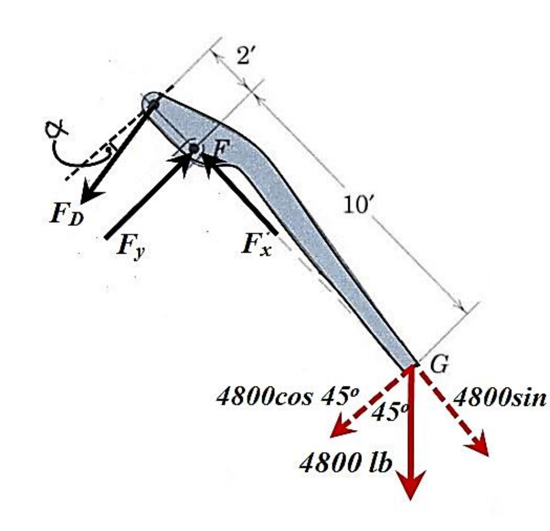
$$+\circlearrowleft \sum M_C = 0\,;\; 8\,A_x + 33940(1) - 4800\cos 45°(10-1) - 4800\sin 45°(4) = 0$$



$$\therefore A_x = 1273\ lb$$



$$\sqrt{A_x^{\,2} + A_y^{\,2}} = \sqrt{1273^2 + 33940^2} = \mathbf{34000\ lb}$$



$$\sum M_F = 0\,;\; 4800\cos 45°(10) - F_D\cos\alpha(2) = 0$$

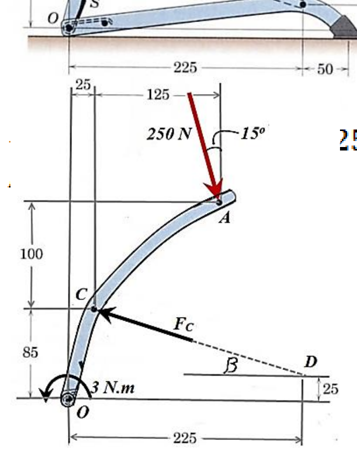
$$\therefore \boldsymbol{F_D = 17,100\ lb}$$

<u>4–95</u> سلطت القوة (250 N) على الدواسة التي تشغل مضخة الهواء. فاذا كان نابض الإرجاع (S) يسلط عزم مقداره (3 N.m) على الجزء (OBA) في هذا الموضع. أوجد قوة الإنضغاط (C) المقابلة في الأسطوانة (BD). اذا كان قطر المكبس الذي داخل الأسطوانة هو (45 mm) ، أحسب مقدار الضغط المتولد في مثل هذه الظروف. أستخدم أي فرضيات.

الحل:

$$\beta = \tan^{-1}\left[\frac{60}{200}\right] = 16.7°$$

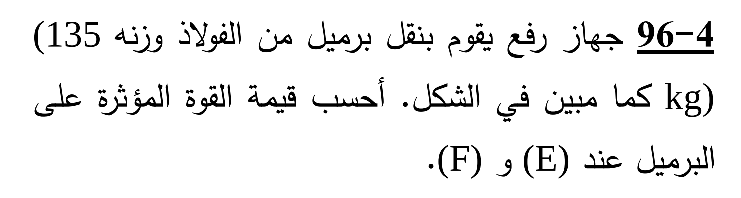
$$250\cos 15°(150) - 250\sin 15°(185) + F_C\cos\beta(85) +$$



$$\therefore \boldsymbol{F_C = 510\ N}$$

$$F_C = P.A\;;\quad 510 = P\left[\frac{\pi 45^2}{4}\right]$$

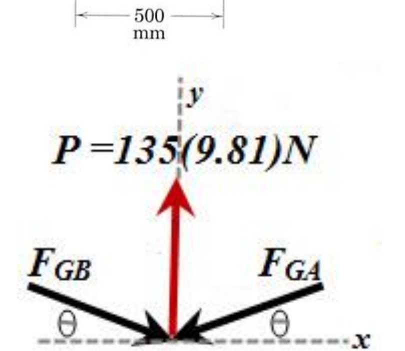
$$\therefore P = 0.321\,\frac{N}{mm^2} \quad \text{أو} \quad 321\,kPa$$



96-4 جهاز رفع يقوم بنقل برميل من الفولاذ وزنه 135 (kg) كما مبين في الشكل. أحسب قيمة القوة المؤثرة على البرميل عند (E) و (F).

الحل:

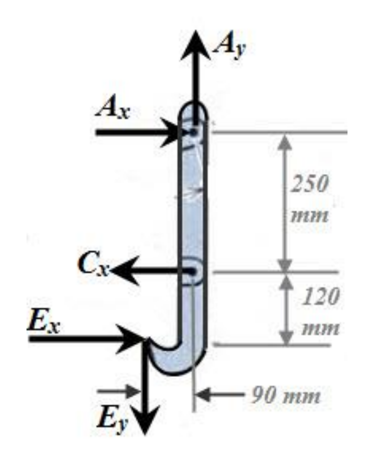
$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{340}{350}\right) = 13.73°$$



$$\sum F_y = 0\ ;\ 135(9.81) - 2F_{GA}\sin 13.73° = 0$$

$$F_{GA} = F_{GB} = 2790\ N$$

الجزء ACE:



$$A_x = 2790\ \cos 13.73° = 2710\ N$$

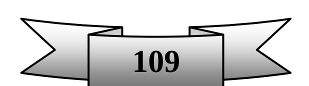
$$A_y = 2790\ \sin 13.73° = 662\ N$$

$$\sum F_y = 0\ ;\ E_y = 662\ N$$

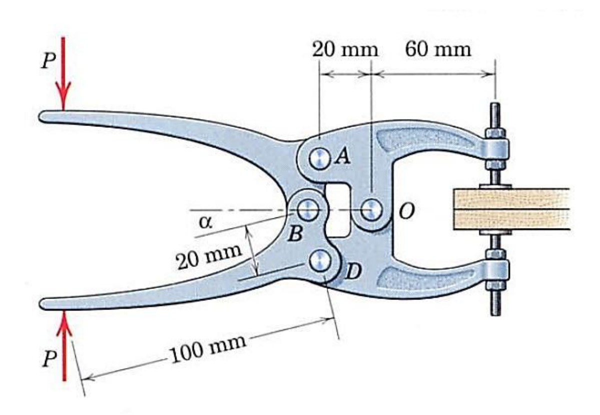
$$+\circlearrowleft \sum M_O = 0\ ;\ 2710(250) - 662(90) - E_x(120) = 0$$

$$\therefore E_x = 5150\ N$$

$$E = \sqrt{{E_x}^2 + {E_y}^2} = \sqrt{5150^2 + 662^2} = \mathbf{5190\ N = 5.19\ kN}$$



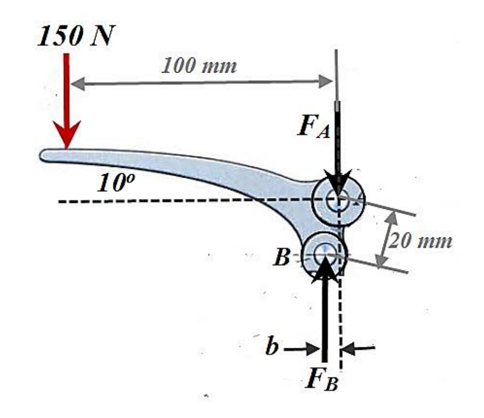
97–4 تستخدم الزردية المفصلية لأغراض كثيرة ككماشة. في موضع القبضة المبين في الشكل حيث (α = 10º) والقوة على المقبض اليدوي هي (P = 150 N) ، أحسب قوة الكماشة (C) الناتجة عن ذلك. لاحظ بأن المسمارين (A) و (D) هما متماثلان حول الخط المركزي الأفقي للعدة.



الحل:

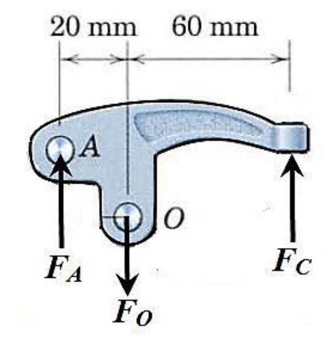
(المقبض اليدوي)

$$+\circlearrowleft \sum M_B = 0\ ;\ 150(100\cos 10° - 20\sin 10°) - F_A(20\sin 10°) = 0$$



$$\therefore F_A = 4103\ N$$

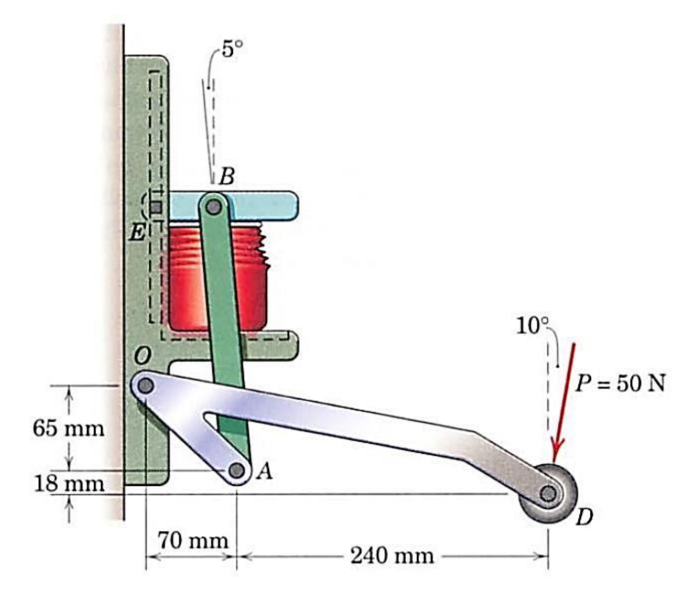
(الفك)



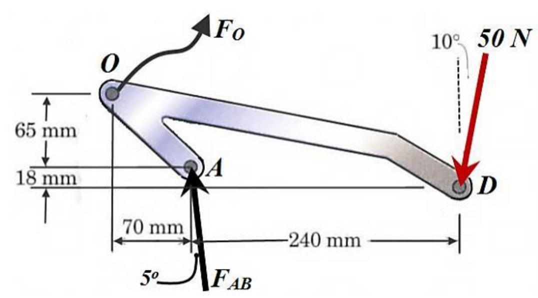
$$+\circlearrowleft \sum M_O = 0\ ;\ F_C(60) - 20(4103) = 0$$

$$\therefore \boldsymbol{F_C = 1368\ N}$$

98–4 أوجد القوة الإنضغاطية (C) المؤثرة على العلبة اذا كانت القوة المسلطة (P = 50 N) عندما يكون ساحق العلبة في الموضع المبين في الشكل. لاحظ ان هنالك وصلتين في (AB) ووصلتين في (AOD) ، مع زوج من الروابط في كل جانب من الجزء الثابت للساحق. كذلك ، فان المسمار (B) سيكون في حالة عمودية على الخط المركزي للعلبة. وأخيراً، لاحظ مسقط القطعة المربعة الصغيرة (E) للفك المتحرك ستتحرك في شق في البدن الثابت.

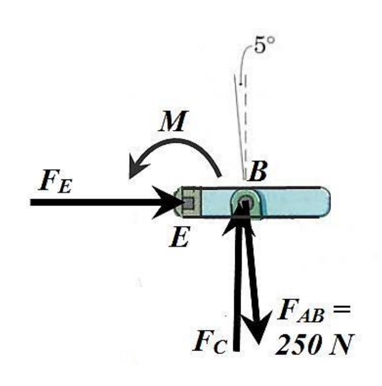


الحل:



$$+\circlearrowleft \sum M_O = 0 \,;\, F_{AB}[\cos 5°(70) - \sin 5°(65)] - 50[\cos 10°(310) + \sin 10°(83)] = 0$$

$$\therefore F_{AB} = 250\ N$$



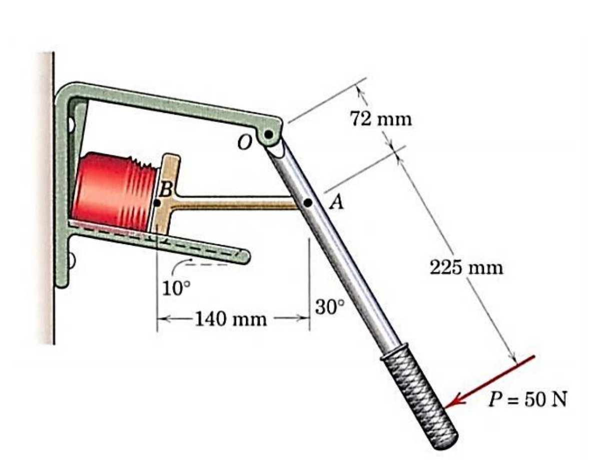
$$+\circlearrowleft \sum M_B = 0 \,; \quad M = 0$$

$$+\uparrow \sum F_x = 0 \;;\; F_C - 250\cos 5° = 0$$

$$\therefore \boldsymbol{F_C = 249\ N}$$

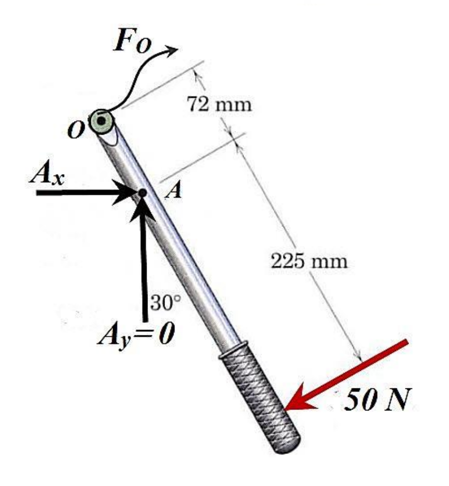
المعامل للنسبة بين قوة السحق الى القوة المسلطة هو:

المعامل $\frac{C}{P} = \frac{249}{50} = 4.97$



4–99 أوجد القوة الإنضغاطية (C) المؤثرة على العلبة المعدنية عند تسليط قوة (P = 50 N) عندما يصل ساحق العلبة الى الوضع المبين في الشكل. النقطة (B) هي في مركز قاعدة العلبة السفلي.

الحل:



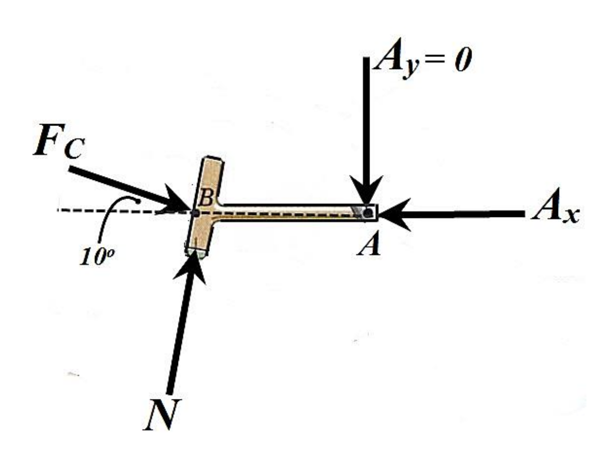
بما أن الجزء AB هو جسم يتعرض الى ثلاث قوى فأن:

$A_y = 0$

$+\circlearrowleft \sum M_O = 0 \; ; \; A_x \cos 30°(72) - 50(72+225) = 0$

$\therefore A_x = 238 \; N$

الجزء AB



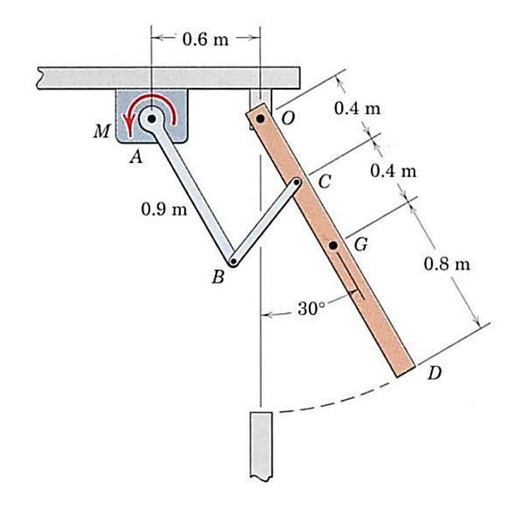
$+\rightarrow \sum F = 0 \; ; \; F_C - 238 \cos 10° = 0$

$\therefore \boldsymbol{F_C = 235 \; N}$

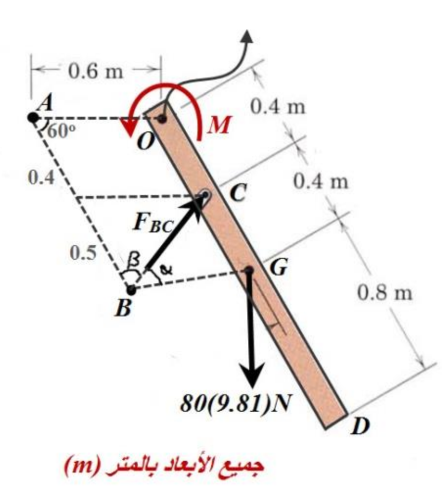
المعامل للنسبة بين قوة السحق الى القوة المسلطة هو:

المعامل $\frac{C}{P} = \frac{235}{50} = 4.69$

<u>4−100</u> يُمسَّك باب التهوية (OD) الذي كتلته (80 kg) ومركز ثقله في (G) في الوضعية المفتوحة كما مبين في الشكل، وذلك باستخدام عزم (M) يسلط عند النقطة (A) من وصلة الفتح. حيث سيكون الجزء (AB) موازياً الى الباب في الموضع الذي يفتح فيه بزاوية (30^o) كما مبين. أوجد قيمة (M).



الحل:



$$\overrightarrow{BC}^2 = 0.5^2 + 0.6^2 - 2(0.5)(0.6)\cos 60°$$

$$\text{BC} = 0.557\, m$$

$$\frac{\sin\beta}{0.6} = \frac{\sin 60°}{0.557}$$

$$\therefore\ \beta = 68.9°$$

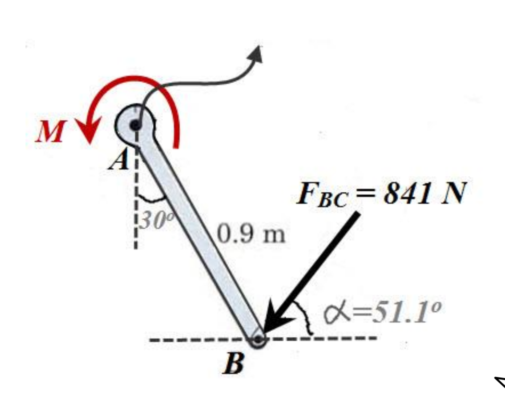
وبنفس الطريقة نجد :

$$\therefore\ \alpha = 51.1°$$

$$+\circlearrowleft \sum M_O = 0\ ;\ F_{BC}\cos(51.1° - 30°)(0.4) - 80(9.81)(0.8\sin 30°) = 0$$

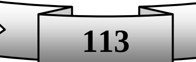
$$\therefore\ F_{BC} = 841\ N$$

<u>الجزء AB:</u>

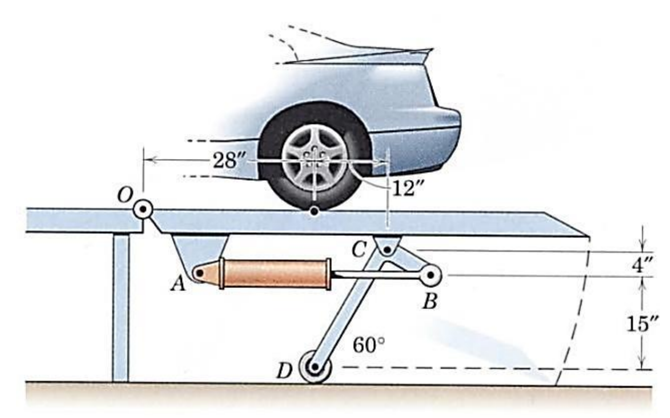


$$+\circlearrowleft \sum M_O = 0\ ;\ \ M - 841(0.9)\cos(51.1° - 30°) = 0$$

$$\therefore\ \boldsymbol{M = 706\ N}$$

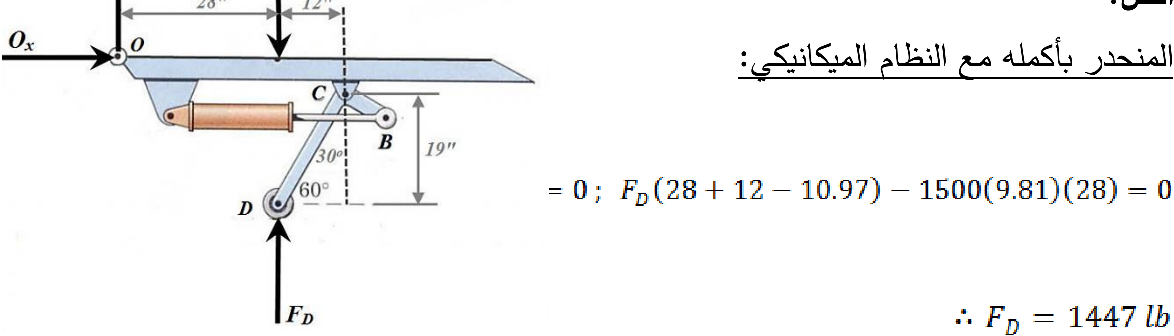


<u>101−4</u> تسمح رافعة السيارة بحمل السيارة الى المنصة، بعد تحرير عجلاتها الخلفية. فاذا كان الحمل على عجلتيها الخلفيتين هو (1500 lb.)، أوجد القوة في الأسطوانة الهيدروليكية (AB). أهمل وزن المنصة، علماً أن الجزء (BCD) والذي, يمثل عمود المرفق، هو بزاوية قائمة في (C) ويتصل بالمنحدر بمسمار.



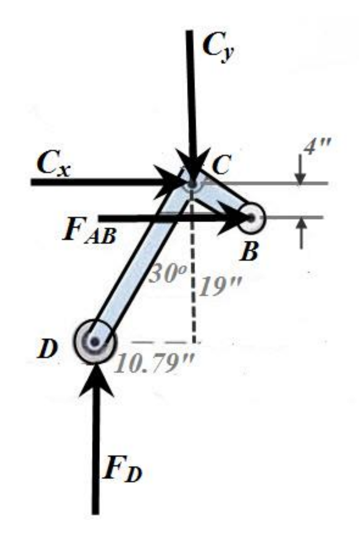
الحل:

<u>المنحدر بأكمله مع النظام الميكانيكي:</u>



$$= 0\,;\;\; F_D(28+12-10.97) - 1500(9.81)(28) = 0$$

$$\therefore\; F_D = 1447\; lb$$

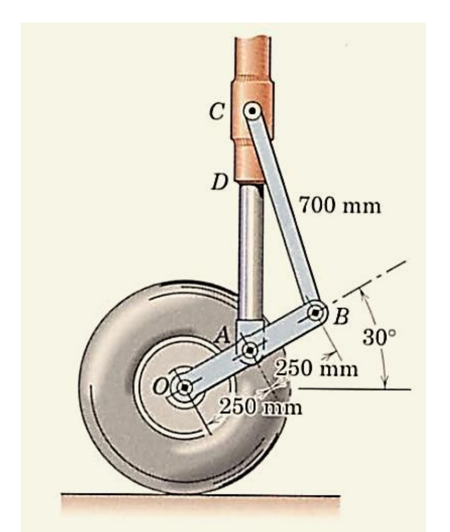


<u>العمود المرفقي (BCD):</u>

$$+\circlearrowleft \sum M_C = 0\,;\;\; -1447(10.97) + F_{AB}(4) = 0$$

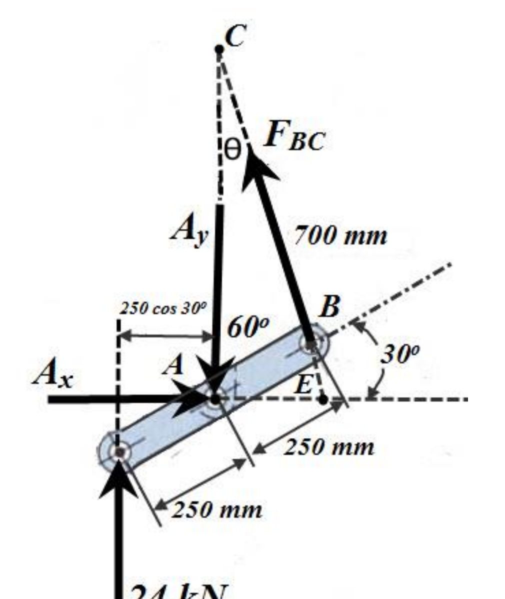
$$\therefore\; \boldsymbol{F_{AB} = 3970\; lb}$$

(الاسطوانة في حالة إنضغاط)



102–4 تتألف منظومة الهبوط للطائرة من نابض ومكبس مُحمَّل هيدرولكياً والأسطوانة (D) ومفصلين رابطين هما (OB) و (CB). فاذا تحركت المنظومة للانطلاق السريع عند سرعة ثابتة مع إسناد العجلة بحمل ثابت مقداره (24 kN) ، أحسب القوة الكلية التي سيسندها المسمار (A).

الحل:



من قانون الجيب:

$$\frac{700}{\sin 60°} = \frac{250}{\sin\theta}$$

$$\therefore\ \theta = 18.02°$$

$$AC = 700\cos\theta + 250\sin 30° = 791\ mm$$

$$+\circlearrowleft \sum M_C = 0\ ;\ 24(250)\cos 30° - A_x(791) = 0$$

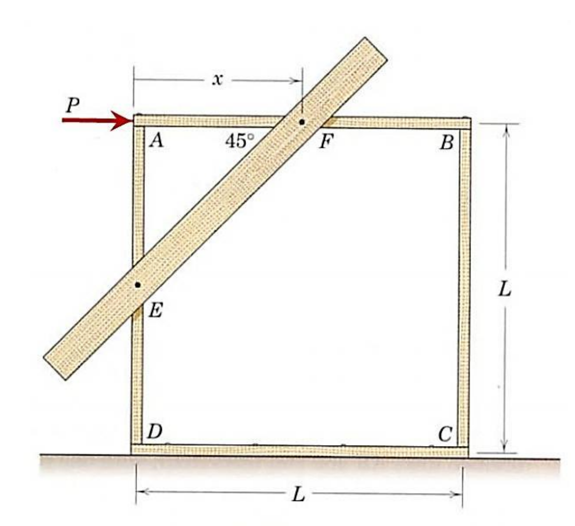
$$\therefore\ A_x = 6.57\ kN$$

$$AE = AC\ \tan\theta = 791\tan 18.02° = 257\ mm$$

$$+\circlearrowleft \sum M_E = 0\ ;\quad A_y(257) - 24(250\cos 30° + 257) = 0$$

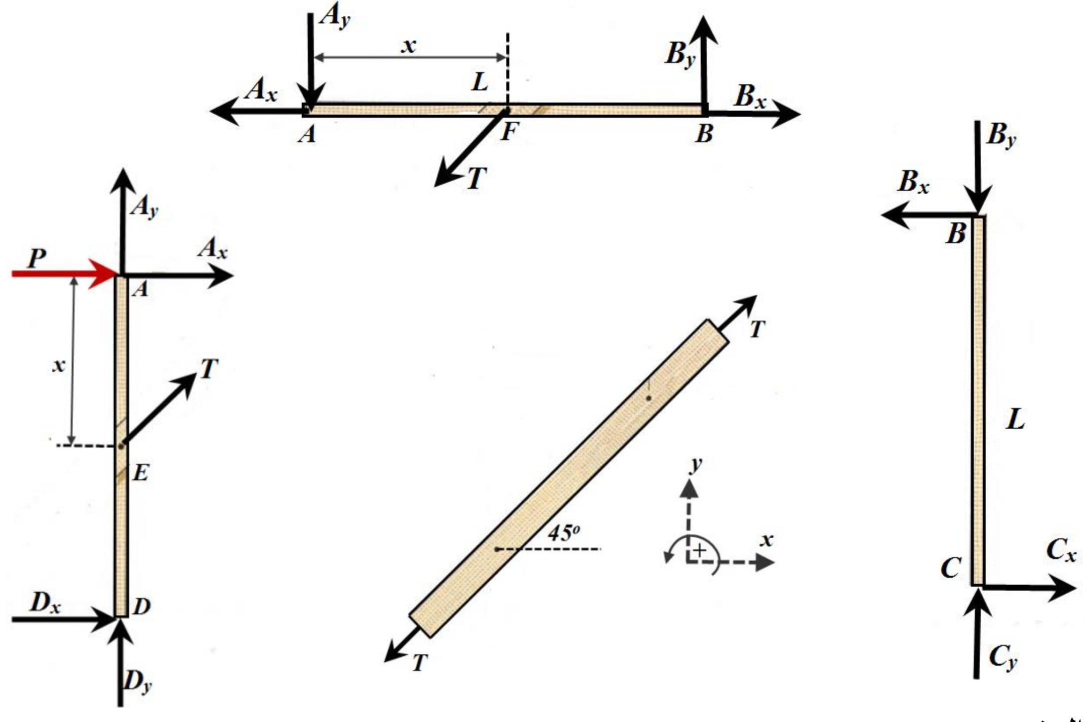
$$\therefore\ A_y = 44.2\ kN$$

$$F_A = \sqrt{{A_x}^2 + {A_y}^2} = \sqrt{6.57^2 + 44.2^2} = \mathbf{44.7\ kN}$$



103-4 يصنع النجار إطار مربع الشكل (ABCD) ويثبت بالدعامة (EF) كما مبين لمنع التشوه (التشوه الى الشكل المعيني) تحت تأثير القوة (P) . أوجد قوة الشد (T) على الدعامة بدلالة الـ(x) . اعتبر جميع الوصلات كوصلات مسمارية. الجزء (DC) مثبت بقوة بالأرض.

الحل:



الجزء AD

$$\sum F_x = 0 \; ; \quad D_x + A_x + P + T\cos 45° = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\sum F_y = 0 ; \quad D_y + A_y + T\sin 45° = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$\sum M_A = 0 ; \quad D_x(L) + T\cos 45°(x) = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

الجزء (AB)

$$\sum F_x = 0 ; \ -A_x + B_x - T\cos 45° = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

$$\sum F_y = 0 ; \quad -A_y + B_y - T\sin 45° = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

$$\sum M_A = 0 ; \quad B_y(L) - T\cos 45°(x) = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

الجزء (BC)

$$\sum F_x = 0 ; \quad C_x - B_x = 0 \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

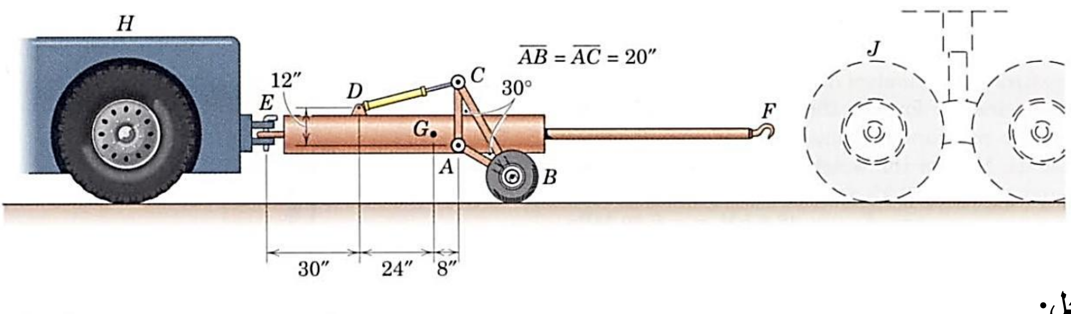
$$\sum F_y = 0 ; \quad -B_y + C_y = 0 \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

$$\sum M_C = 0 ; \quad B_x(L) = 0 \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

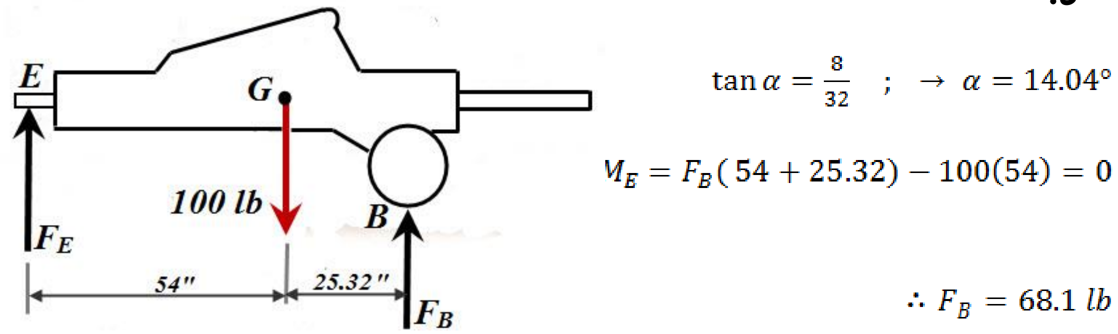
وبحل المعادلات التسعة سنحصل على:

$$\boldsymbol{T = \sqrt{2}\frac{PL}{x} \quad (x \neq 0)}$$

104-4 يتصل عمود الجر القابل للتعديل بوحدة الشاحنة (H) مع التعشيقة الأرضية (J) لطائرة كبيرة كما مبين في الشكل. فاذا كان الارتفاع المُعدّل للصنارة (F) في نهاية عمود الجر قد تم انجازه باستخدام اسطوانة هيدروليكية (CD) تعمل بواسطة مضخة يدوية صغيرة (غير مبينة في الشكل). في الموقع المبين للوصلة المثلثية الشكل (ABC)، أحسب القوة (P) التي ستؤثر بها الاسطوانة على المسمار (C) في موقع عمود الجر. وزن جهاز الجر الكلي هو (100 lb) ويُسند بواسطة الوصلة (E).



الحل:



$$\tan\alpha = \frac{8}{32} \quad ; \quad \rightarrow \ \alpha = 14.04°$$

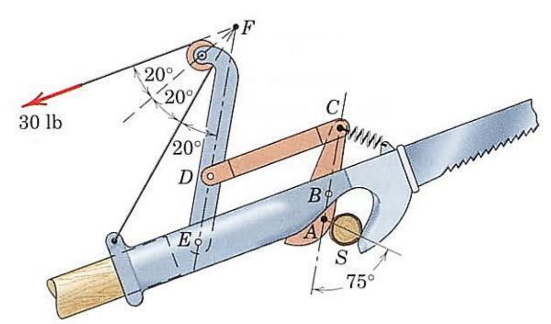
$$M_E = F_B(54 + 25.32) - 100(54) = 0$$

$$\therefore F_B = 68.1\ lb$$

$$\sum M_A = 0\,;\ -68.1(20\sin 60°) + P\cos\alpha\,(20) = 0$$

$$\therefore \boldsymbol{P = 60.8\ lb}$$

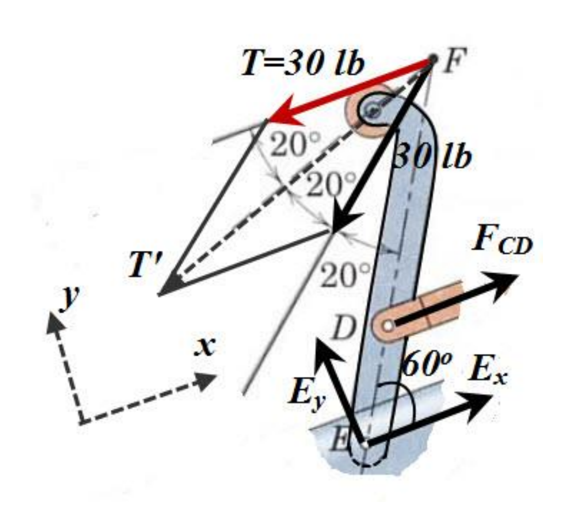
<u>105-4</u> تقص منقطة الحد القاطع من المنشار في منظومة تشذيب الأشجار المبينة في الشكل الغصن (S). في الموضع المبين، سيكون حبل التشغيل موازياً للمنشار وقوة الشد فيه (30 lb). أوجد قوة القص (P) المسلطة على الغصن بواسطة الحد القاطع والقوة الكلية المؤثرة على المسمار في (E).



$\overline{AB} = 1''$, $\overline{BC} = \overline{ED} = 3''$, $\overline{EB} = \overline{DC} = 4\frac{1}{2}''$, $\overline{DF} = 6''$

علماً بأن القوة المؤثرة بواسطة نابض الإرجاع عند (C) قليلة لذلك يمكن إهمالها.

الحل:



$$T'^2 = 30^2 + 30^2 - 2(30)(30)\cos 140°$$

$$\therefore T' = 56.4\ lb$$

$$+\circlearrowleft \sum M_E = 0$$

$$-F_{CD}(3\sin 60°) + 56.4(9\sin 40°) = 0$$

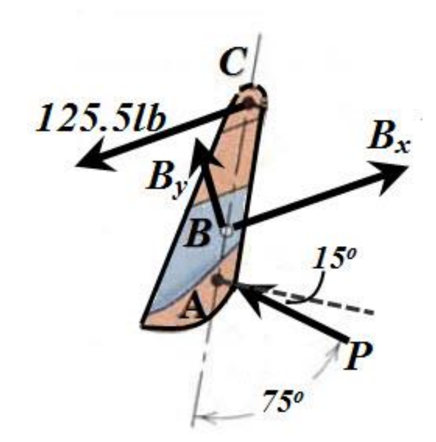
$$\therefore F_{CD} = 125.5\ lb$$

$$\sum F_x = 0\ ;\ E_x + 125.5 - 56.4\cos 20° = 0$$

$$\therefore E_x = -72.6\ lb$$

$$\sum F_y = 0\ ;\ E_y - 56.4\ \sin 20° = 0$$

$$\therefore E_y = 19.28\ lb$$

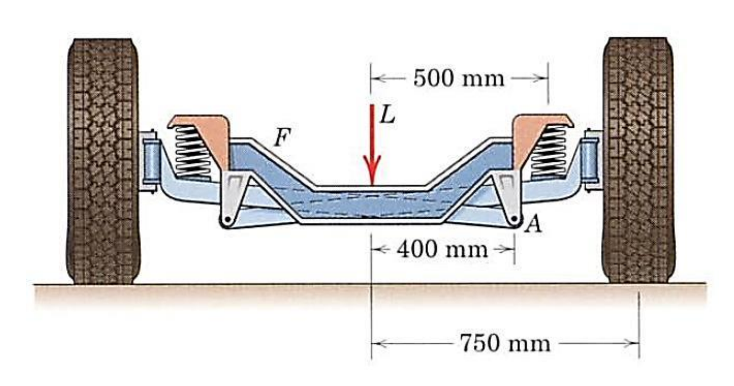


$$F_E = \sqrt{{E_x}^2 + {E_y}^2} = \sqrt{72.6^2 + 19.28^2} = 75.1\ lb$$

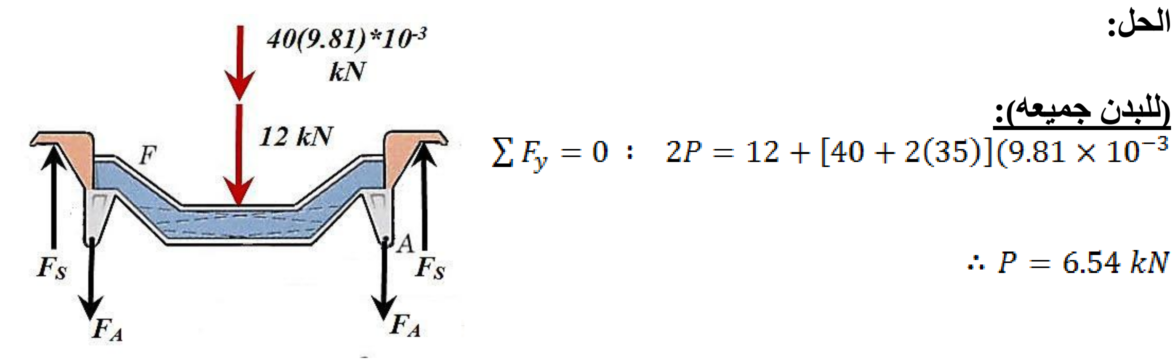
$$\sum M_B = 0\ ;\ 125.5(3\sin 60°) - P\cos 15°\,(1) = 0$$

$$\therefore \boldsymbol{P = 338\ lb}$$

4–106 لقد تم استخدام منظومة تعليق ثنائية المحاور في الشاحنات الصغيرة كما مبينة في الشكل. فاذا كان مركز ثقل الهيكل المركزي في (F) هو (40 kg)، وكتلة كل عجلة والوصلة المرتبطة بها هي (35 kg) مع مركز كتلة يبعد (680 mm) عن الخط المركزي الرأسي. فاذا كان الحمل المنتقل الى الهيكل (F) هو (L = 12 kN) ، أحسب قوة القص الكلية الساندة بواسطة المسمار في (A).



الحل:



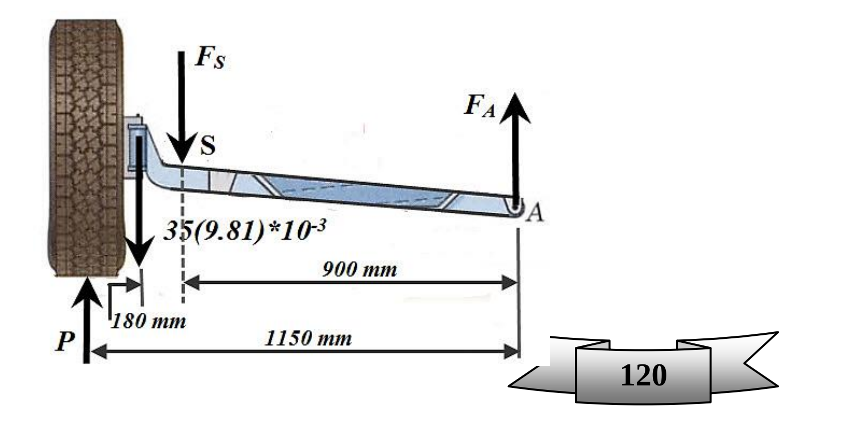
(للبدن جميعه):

$$\sum F_y = 0 \ : \quad 2P = 12 + [40 + 2(35)](9.81 \times 10^{-3}$$

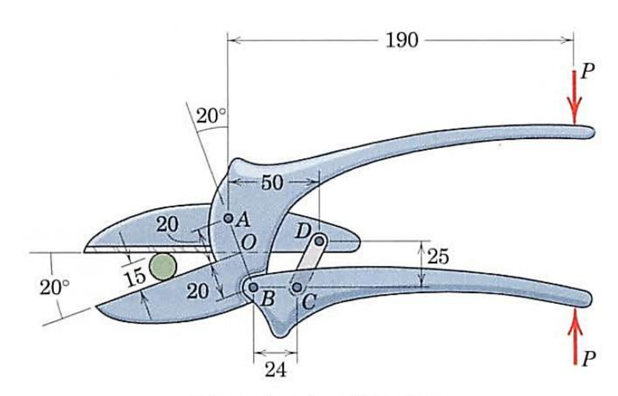
$$\therefore P = 6.54 \ kN$$

مجموعة العجلة

$$\sum M_S = 0 \ ; \quad 900F_A - 6.54(250) + 35(9.81)(10^{-3})(180) = 0$$



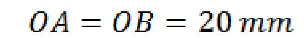
$$\therefore F_A = 1.748 \ kN$$



Dimensions in millimeters

4–107 لمقص تشذيب أغصان الأشجار المبين في الشكل، أوجد القوة (Q) المسلطة على الغصن الدائري المقطع والذي قطره (15 mm) عندما تكون القوة القابضة مقدارها (P = 200 N) . (أقتراح: أولاً أرسم مخطط الجسم الحر للغصن المعزول)

الحل:



$$OA = OB = 20\,mm$$

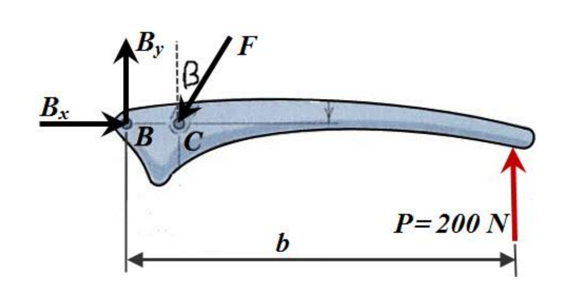
$$BC = 24\,mm$$

هندسياً:

$$c = \frac{7.5}{\tan 10^\circ} = 42.5\,mm\ ;$$

$$\frac{a}{2} = 20\sin 20^\circ = 6.84\,mm$$

$$\therefore a = 13.68\,mm,\ \ b = 190 - 13.68 = 176.3\,mm$$



$$\overrightarrow{CE} = 50 - 13.68 - 24 = 12.32\,mm$$

$$\therefore \beta = \tan^{-1}\frac{12.32}{25} = 26.2^\circ$$

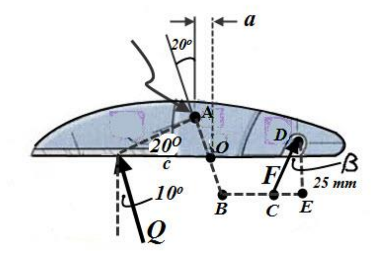
اليد السفلى

$$\sum M_B = 0\ \ ;\ \ 200(176.3) - F\cos\beta(24) = 0$$

$$F\cos\beta = 1469\,N\ ,\ \ F\sin\beta = 724\,N$$

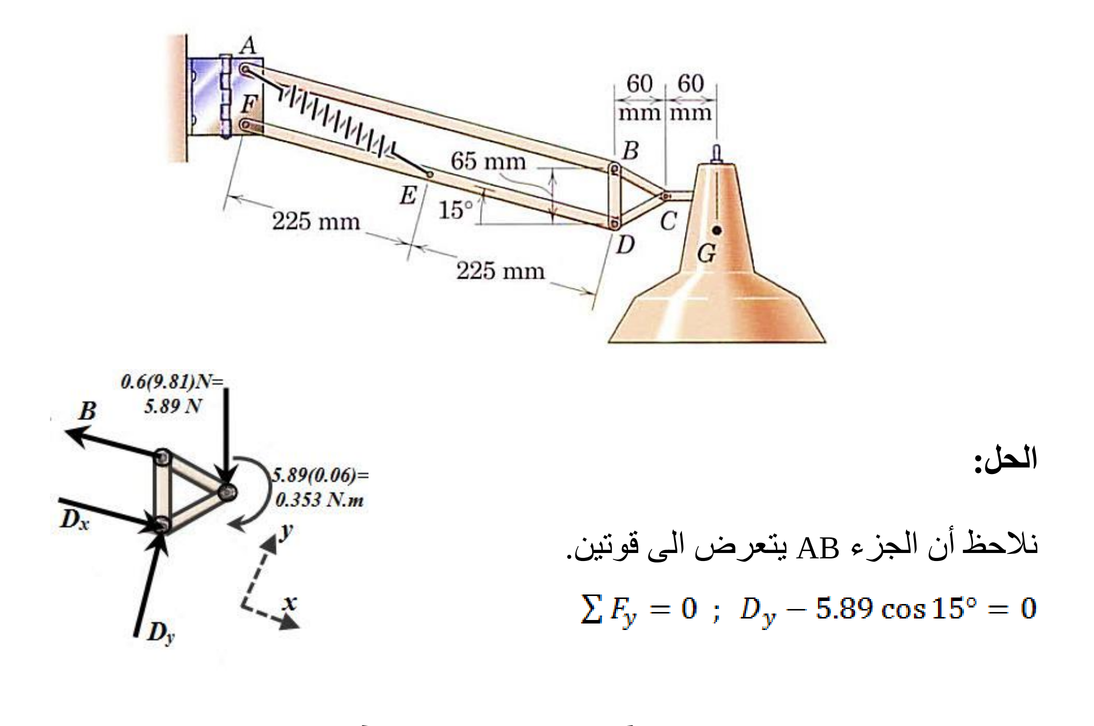
الفك الأعلى (سنفرض أن F تؤثر عند النقطة c)

$\sum M_A = 0 \;\; ; \;\;\; 1469(24 + 13.68) + 724(40\cos 20°) - Q\cos 10°(42.5 - 6.84) - Q\sin 10°(20\cos 20°) = 0$



$\therefore Q = 2150\ N$ أو $= 2.15\ kN$

4−108 مصمم ميكانيكية المصباح، كما مبين في الشكل، عادةً ما يعتمد على الاحتكاك في الوصلات للمساعدة في استمرار الحصول على الاتزان الأستاتيكي. للمسألة الحالية، أفرض أن هنالك احتكاك كافي متوفر عند النقطة (C) لمنع الدوران حولها، لكن أهمل الاحتكاك في جميع الوصلات الاخرى . اذا كانت كتلة منظومة المصباح هي (0.6 kg) ومركز ثقلها في النقطة (G) ، أوجد قوة النابض (F_S) الضرورية لحصول الإتزان في الموضع المبين.



الحل:

نلاحظ أن الجزء AB يتعرض الى قوتين.

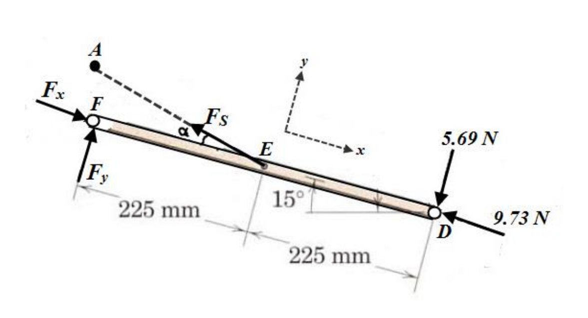
$\sum F_y = 0 \;\; ; \;\; D_y - 5.89\cos 15° = 0$

$\therefore D_y = 5.69\ N$

$\sum M_D = 0\ ;\ \ B\cos 15°(0.065) - 5.89(0.06) - 0.353 = 0$

$\therefore B = 11.25\ N$

$\sum F_x = 0\ :\ -11.25 + D_x + 5.89\sin 15° = 0$



$\therefore D_x = 9.73\ N$

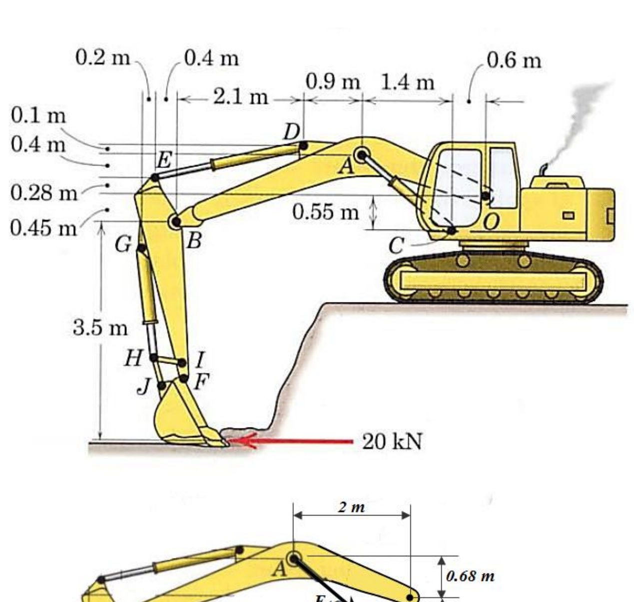
$\alpha = \tan^{-1}\left[\frac{65\cos 15°}{225+65\sin 15°}\right]$

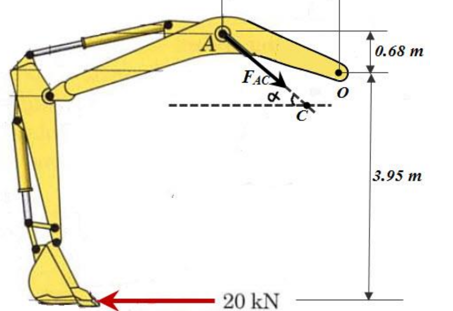
$\therefore \alpha = 14.55°$

$\sum M_F = 0\ \ ; F_S \sin\alpha(0.225) - 5.69(0.45) = 0$

$\boldsymbol{\therefore F_S = 45.2\ N}$

<u>4−109</u> في الموضع المبين في الشكل، تسلط الحفارة الميكانيكية قوة مقدارها (20 kN) موازية للأرض. هنالك أسطوانتان هيدروليكيتان عند (AC) للتحكم بالذراع OAB. أوجد القوة في الاسطوانتين الهيدروليكيتين (AC) والضغط (P) المقابل للمكبس ذو القطر (95 mm) . أهمل وزن الأجزاء بالمقارنة مع القوة المسلطة (20 kN).





الحل:

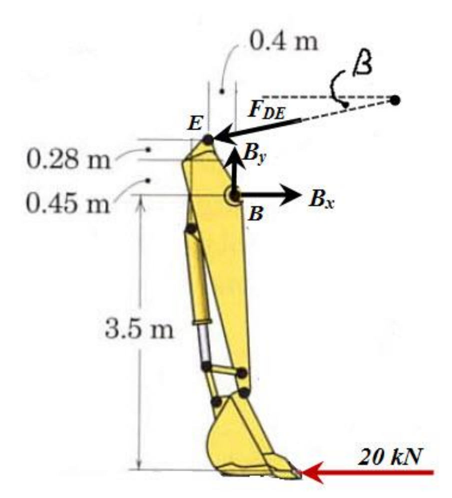
$$\circlearrowleft + \sum M_O = 0 \;\; ; 20\,000(3.95) - 2F_{AC}\cos\alpha(0.68) + 2F_{AC}\sin\alpha(2) = 0$$

$$\therefore F_{AC} = 48\,800\ N$$ أو $$48.8\ kN$$

$$F_{AC} = PA \;\; ; \;\; 48\,800 = P\left(\frac{\pi 0.095^2}{4}\right)$$

$$\therefore P = 6.89(10^6)Pa$$ أو $$6.89\ MPa$$

4−110 أوجد القوة في الاسطوانة الهيدروليكية (DE) للحفارة في المسألة (4−109). كذلك أوجد الضغط (P) ضد المكبس ذو القطر (105 mm) للأسطوانة الوحيدة. أهمل وزن الأجزاء بالمقارنة مع القوة المؤثرة.



الحل:

$$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{0.5}{2.5}\right) = 11.31°$$

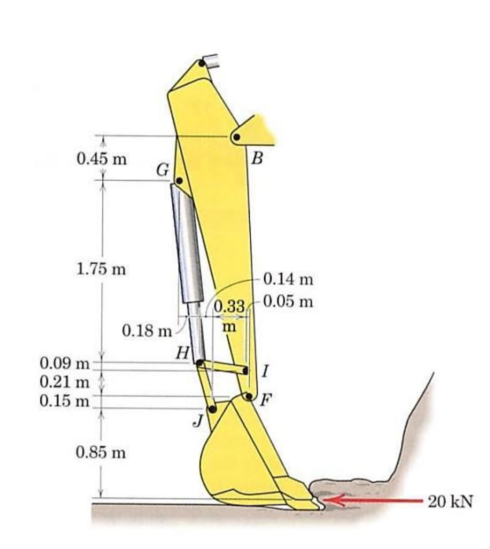
$$\circlearrowleft + \sum M_B = 0 \;\; ; -20\,000(3.5) + F_{DE}\cos\beta(0.73) + F_{DE}\sin\beta(0.4) = 0$$

$$\therefore F_{DE} = 88\,100\ N$$ أو $$88.1\ kN$$

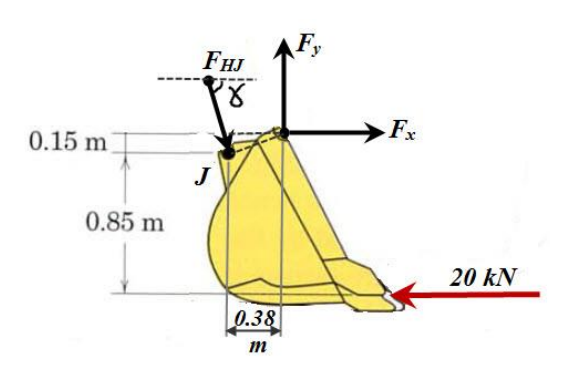
$$F_{DE} = PA \;\; ; \;\; 88\,100 = P\left(\frac{\pi 0.105^2}{4}\right)$$

$$\therefore P = 10.18(10^6)Pa$$ أو $$10.18\ MPa$$

4−111 أوجد القوة في الاسطوانة الهيدروليكية (GH) للحفارة في المسألة (4−109).أوجد كذلك الضغط (P) ضد المكبس الوحيد ذو القطر (95 mm) . أستخدم الأبعاد الإضافية المزودة في الشكل. أهمل وزن الأجزاء بالمقارنة مع القوة (20 kN) المسلطة.



الحل:



$$\gamma = \tan^{-1}\left(\frac{0.45}{0.14}\right) = 72.7^\circ$$

$$\circlearrowleft + \sum M_F = 0 \;\; ; -20\,000(1) + F_{GH}\sin\gamma(0.38) + F_{GH}\cos\gamma(0.15) = 0$$

$$\therefore F_{GH} = 49\,100\, N$$ إنضغاط

الوصلة (H):

$$\delta = \tan^{-1}\left(\frac{0.18}{1.75}\right) = 5.87^\circ$$

$$\epsilon = \tan^{-1}\left(\frac{0.09}{0.47}\right) = 10.84^\circ$$

$$\sum F = 0$$

الوصلة (H)

$$49\,100\cos(17.28^\circ + 10.84^\circ) - F_{GH}\cos(5.87^\circ + 10.89^\circ) = 0$$

$$\therefore F_{GH} = 45\,200\, N$$

$$F_{GH} = PA \;\; ; \;\; 45\,200 = P\left(\frac{\pi 0.095^2}{4}\right)$$

$$\therefore P = 6.38(10^6)Pa$$ أو $6.38\, MPa$